

Université de Poitiers

Réfection Stade de Beaulieu - Poitiers (86)



Mécanique des sols et fondations spéciales

Mission d'ingénierie géotechnique

Rapport de mission G1+G2AVP



Traçabilité du rapport

Dossier d'affaire DA 2026 0451

Devis n°DSDM202602046.1

Ind.	Date	Établi par	Approuvé par	Modification
1	12/05/2026	M.REGUER	J.SIMON	Première diffusion

Le présent document est à la version 1 et a été diffusé le 12/05/2026.

Intervenants

Maître d'ouvrage :		Contact
Université de Poitiers 15 rue de l'hôtel dieu 86000 POITIERS		Eric GUILBAUD ☎ 06 86 41 38 31 eric.guilbaud@univ-poitiers.fr
		
Maître d'œuvre :		Contact
VIC OUEST 16 rue Félix Faure 49290 CHALONNES SUR LOIRE		Clément SEZESTRE ☎ 07 81 09 21 76 c.sezestre@vic-ouest.com
		

Observations

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 82 pages. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à la présente opération suivant les documents portés à la connaissance de Laboratoire CBTP à la date de diffusion du présent document.



Sommaire

1. OBJET.....	4
2. DOCUMENTS DE REFERENCE.....	6
2.1 DOCUMENTS RELATIFS A L'OPERATION	6
2.2 REFERENTIELS NORMATIFS ET GUIDES.....	6
2.3 HYPOTHESES A CONFIRMER	6
3. CONTEXTE GENERAL.....	7
3.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET OCCUPATION DU SITE.....	7
3.2 RISQUES DIVERS SUR LA COMMUNE.....	7
3.3 CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	8
3.4 RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES.....	8
3.5 RISQUE DE REMONTEES DE NAPPES/INONDATIONS DE CAVES	8
3.6 CANALISATIONS DE TRANSPORT DE MATIERES DANGEREUSES	9
3.7 RISQUE SISMIQUE.....	9
3.8 ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE (ZIG)	9
4. RECONNAISSANCES DE SOL ET ESSAIS EFFECTUES.....	10
4.1 PROGRAMME DES ESSAIS	10
4.2 ESSAIS IN SITU	10
4.3 HYDROLOGIE.....	17
4.4 RISQUE SISMIQUE.....	17
4.5 ESSAIS DE LABORATOIRE	17
4.6 SYNTHESE DU RISQUE DE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES.....	20
5. PRINCIPE CONSTRUCTIF D'UN TERRAIN	22
5.1 PRINCIPES CONSTRUCTIFS D'UN TERRAIN EN PELOUSE NATURELLE.....	22
5.2 PRINCIPES CONSTRUCTIFS D'UN TERRAIN SYNTHETIQUE	23
6. PRINCIPES CONSTRUCTIFS DES MATS.....	26
6.1 MAQUETTE GEOTECHNIQUE	26
6.2 SOLUTIONS TECHNIQUES	26
6.3 TERRASSEMENTS.....	27
6.4 HYPOTHESES SUR LES MATS.....	27
6.5 DEFINITION DES FONDATIONS SUPERFICIELLES	28
6.6 DRAINAGE EN PHASE PROVISOIRE/CHANTIER	30
7. ALEAS GEOTECHNIQUES ET SUITE A DONNER.....	31
7.1 RAPPEL DES DISPOSITIONS TECHNIQUES	31
7.2 SUITE A DONNER	31
7.3 RAPPEL DE L'ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS	31
8. ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	32
9. ANNEXES.....	35
9.1 ANNEXE 1 : IMPLANTATION DES SONDAGES	35
9.2 ANNEXE 2 : RESULTATS D'ESSAIS IN SITU	37
9.3 ANNEXE 3 : ESSAIS DE LABORATOIRE.....	56
9.4 ANNEXE 4 : CALCULS FOXTA (FONDATIONS).....	67

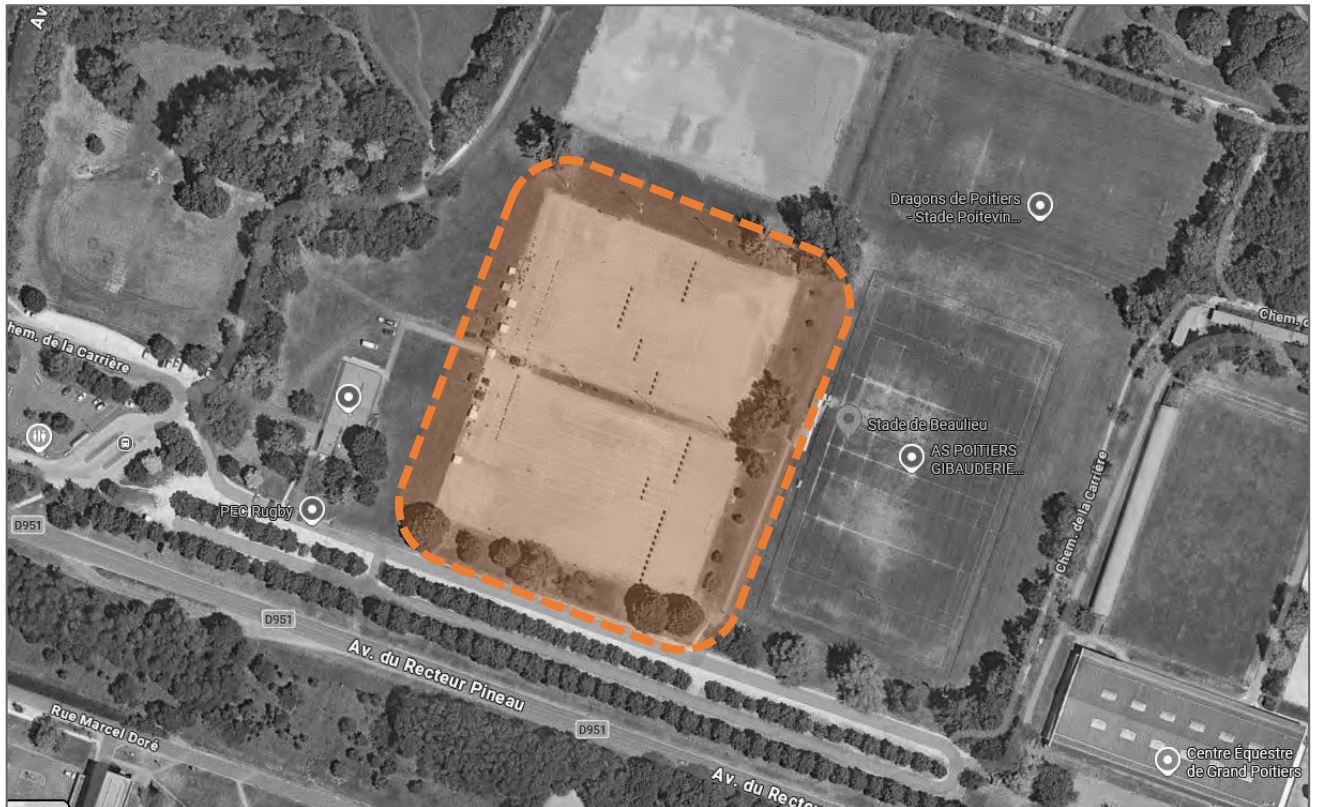


1. Objet

Laboratoire CBTP a été missionné à la demande de VIC OUEST et pour le compte de l'Université de Poitiers, pour la réalisation de la présente mission d'étude géotechnique G1+G2AVP, dans le cadre du projet Réfection Stade de Beaulieu, à Poitiers (86).

Le projet porte sur :

- L'étude des fondations des massifs pour des mâts de 18 m ;
- L'étude de la structure des terrains de football, ainsi que l'analyse de l'aptitude au traitement du sol.



Plan d'emprise de l'étude géotechnique

La présente mission, de type G1+G2AVP, fait référence à la norme NF P 94-500 de novembre 2013 (cf. §8). Il s'agit d'une étude distincte d'une mission de maîtrise d'œuvre ou de bureau d'étude structure.

La présente étude géotechnique porte sur les points suivants :

- Une étude de sol globale du site
- Les principes de constructions envisageables pour le projet le cas échéant
- Une ébauche de dimensionnement des ouvrages géotechniques

En revanche, l'impact sur les réseaux éventuels présents sur le site ne fait pas partie de la mission.



Le présent rapport d'études comprend les parties suivantes :

- Contenu des reconnaissances et essais effectués
- Analyses et résultats
- Définition de paramètres de calculs
- Définition des principes constructifs
- Annexes

Lexique - abréviations :

- TA = cote du terrain actuel
- TN = cote du terrain naturel
- TF = cote du terrain fini après aménagement
- ELS = état limite de service (*terme Eurocodes*)
- ELU = état limite ultime (*terme Eurocodes*)



2. Documents de référence

2.1 Documents relatifs à l'opération

Les documents transmis à Laboratoire CBTP pour la réalisation de la présente étude sont les suivants :

Date du document	Intitulé - Référence
02-02-2026	Plan des terrains de football

Le devis n°DSDM202602046.1

2.2 Référentiels normatifs et guides

Les normes et règlements applicables dans le cadre de la présente mission sont les suivants :

N°	Référence	Intitulé
1	NF P94-500	Mission d'ingénierie géotechnique
2	NF EN 1997	Eurocode 7 - Calcul géotechnique
3	NF EN ISO 22476-4	Essai au pressiomètre Ménard
4	NF EN ISO 22476-2	Essais de pénétration dynamique
5	NF P94-261	Fondations superficielles
6	DTU 13.1	Travaux de bâtiment - Fondations superficielles
7	GTR	GTR - Guide des terrassements des remblais et des couches de forme
8	NF EN ISO 17892-4	Analyse granulométrique complète (<i>Tamissage + sédimentation</i>)
9	NF EN 206+A2/CN & FD P 18-011	Caractérisation de l'agressivité chimique d'un sol vis-à-vis du béton (<i>acidité Baumann Gully, sulfates</i>)
10	NF P 94-051 & NF P 94-052-1	Limites d'Atterberg

2.3 Hypothèses à confirmer

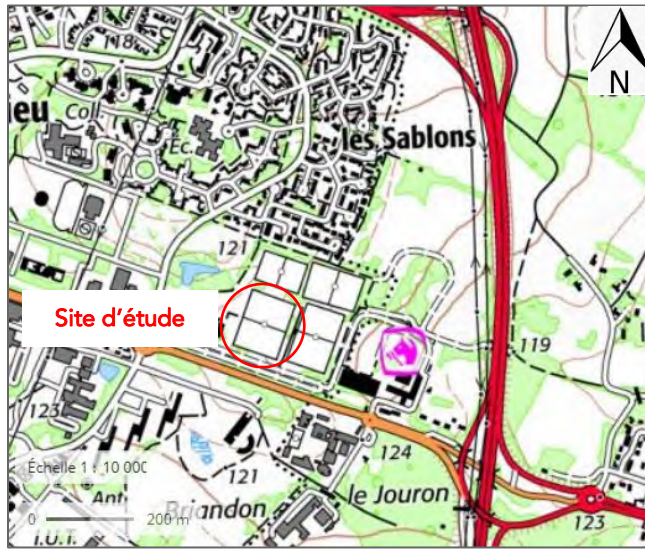
Les hypothèses suivantes devront être confirmées. A défaut, elles sont réputées validées par la Maitrise d'Ouvrage et la Maitrise d'Œuvre :

- Catégorie sismique des ouvrages : 1



3. Contexte général

3.1 Contexte géographique et occupation du site



Le projet est localisé sur le territoire communal de Poitiers (86), avenue du recteur Pineau, sur la parcelle 0021 cadastrée dans la section IT de la commune.

Lors de la reconnaissance réalisée en Avril 2026, l'emprise du projet correspondait à des zones enherbées et du sable stabilisé au niveau des terrains.

La topographie du terrain est relativement plane.



3.2 Risques divers sur la commune

Les risques naturels suivants sont identifiés sur la commune :

- Inondation - non concerné ;
- Remontée de Nappe - non concerné ;
- Séisme (zone de sismicité 3) ;
- Mouvement de terrain - non concerné ;
- Retrait-gonflement des argiles - aléa moyen à fort ;
- Radon - potentiel de catégorie 1.

Ainsi que les risques technologiques suivants :

- Installations Industrielles Classées (ICPE) - non concerné ;
- Canalisations de Transport de Matières Dangereuses - concerné ;
- Pollution des sols - concerné.

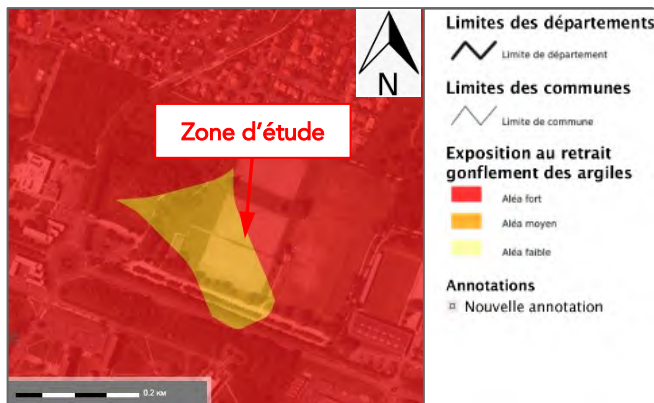
(Source : www.georisques.gouv.fr)

3.3 Contexte géologique



La carte géologique de CHAUVIGNY au 1/50 000 (BRGM, n°590) montre que le site de l'étude est situé au droit d'une formation de calcaires. Cette formation est surmontée d'alluvions.

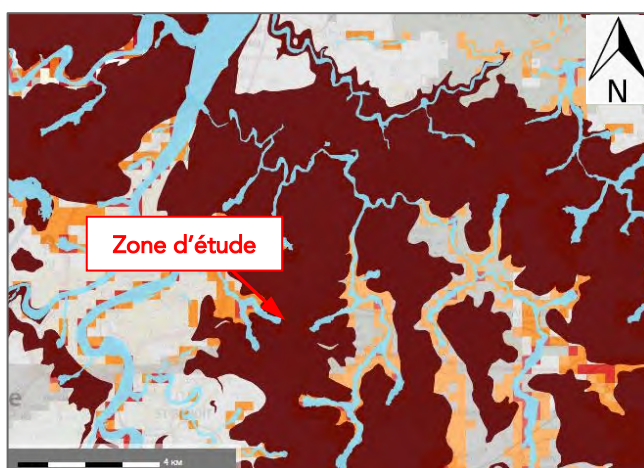
3.4 Retrait-gonflement des argiles



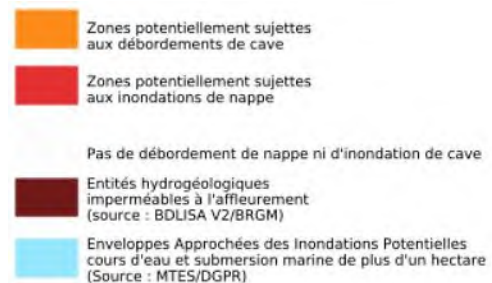
Le secteur concerné par la présente étude se situe en zone d'aléa moyen à fort concernant le risque de retrait-gonflement des argiles (www.georisques.gouv.fr).

En conséquence, la profondeur minimale d'assise des fondations devra être à une profondeur minimale de 1.20 m/TN, en dehors de toute considération de portance du sol.

3.5 Risque de remontées de nappes/inondations de caves



Le secteur concerné par la présente étude se situe hors zone potentiellement sujette aux remontées de nappes ou aux inondations de caves (www.georisques.gouv.fr).



3.6 Canalisations de transport de matières dangereuses



La zone d'étude est localisée à proximité d'une canalisation de gaz naturel.

3.7 Risque sismique

Le zonage sismique classe la commune de Poitiers (86) en zone d'aléa sismique 3 (*modérée*).

3.8 Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

La Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) a pour objet de déterminer les incidences possibles du projet sur les ouvrages existants proches afin de proposer les solutions techniques adaptées.

Les ouvrages interceptés par la ZIG sont :

- Structures sportives existantes
- Végétation et arbres en place
- Eventuels réseaux présents à proximité (*réseaux notables : gaz*)

Les structures sportives concernées, la végétation et les arbres en place devront être enlevés dans le cadre des travaux du présent projet. Ils ne constitueront donc plus un risque vis-à-vis des ouvrages géotechniques du projet. Seuls subsistent les réseaux existants.



4. Reconnaissances de sol et essais effectués

4.1 Programme des essais

Le programme de la reconnaissance réalisée en Avril 2026 comprend :

Type de sondage	U	Nom	Profondeur
Sondage à la tarière Ø63 mm avec essai pressiométrique tous les 1 à 2 m ⁽¹⁾	6	PR1 à PR5 PR6	6.00 m (4 essais) 4.27 m <u>au refus</u> (3 essais)
Sondage à la tarière Ø150 mm	2	TP7 et TP8	2.20 m
Sondage au pénétromètre dynamique à énergie constante	12	TP7 à PE12 et PE14 à PE18 PE13	2.00 m 0.50 m <u>au refus</u>

⁽¹⁾ A toutes fins utiles nous rappelons que la norme NF EN ISO 22476-4 relative aux essais pressiométriques ne permet pas la réalisation d'essais à moins de 0.80 m du terrain naturel.

Ainsi que les essais de laboratoire suivants :

Type d'essai	U
Identification GTR+IPI des sols en place (<i>granulométrie, teneur en eau, VBS, IPI</i>)	4
Analyse granulométrique complète (<i>tamissage + sédimentation</i>)	2
Caractérisation de l'agressivité chimique du sol en place vis-à-vis des bétons	1
Limite d'Atterberg	2
Aptitude au traitement (<i>deux dosages</i>)	2

4.2 Essais in situ

4.2.1 Sondage à la tarière et sondage pressiométrique

Les sondages pressiométriques sont des forages destructifs de diamètre 63 mm, avec mise en station d'une sonde pressiométrique à différentes profondeurs.

L'essai pressiométrique Ménard a pour objet, par la mesure de la pression et du volume de gonflement de la sonde dans le terrain, d'estimer les paramètres pressiométriques :

- Pression de fluage p_f (*étreinte latérale limite d'élasticité du sol*)
- Pression limite p_l (*étreinte latérale maximale du sol*)
- Module pressiométrique E_M (*module de déformation volumique du sol par l'essai pressiométrique*)

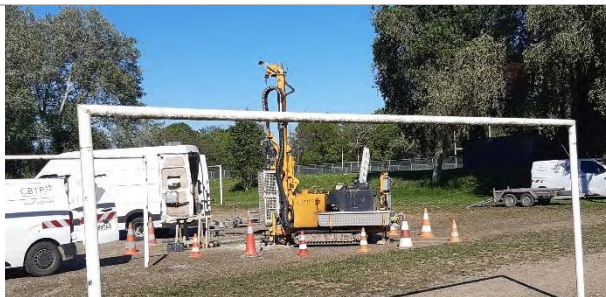
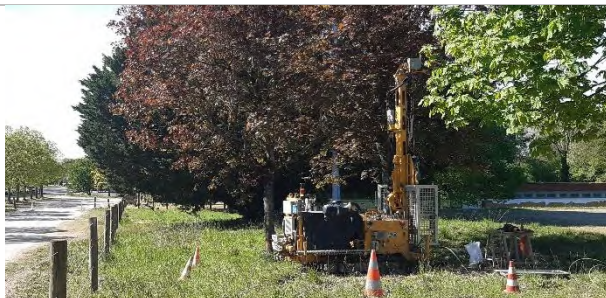
Ces différents paramètres permettent, par application des normes de conception, d'évaluer la portance de fondation et les déformations associées.

Il est utilisé pour les essais un contrôleur pression / volume semi-automatique (PREVO 100) qui permet l'enregistrement numérique de l'ensemble des données conformément à la norme NF EN ISO 22476-4.

Par ailleurs, chaque forage a fait l'objet d'enregistrement de paramètres en continu (*vitesse d'avancement et couple de forage*).

Les sondages ont été comblés avec les cuttings de forage.



*Sondage PR1**Sondage PR2**Sondage PR3**Sondage PR4**Sondage PR5*



Sondage PR6



Sondage TP7



Sondage TP8

4.2.2 Sondage au pénétromètre dynamique très lourd de type B

Il a été réalisé 12 sondages au pénétromètre dynamique à énergie constante, au pénétromètre de type MAP90 développé par MAPSOL. Ce type d'essais, menés suivant la norme NF EN ISO 22476-2, consiste au battage mécanique de tiges munies d'une pointe, par la chute d'un mouton d'une masse de 63.5 kg sur une enclume. À chaque coup de battage, d'énergie constante, un système d'acquisition de données permet l'enregistrement de l'enfoncement par coup. Ces données permettent ensuite le calcul de la résistance dynamique Q_d des sols en place en continu.



Sondage TP7



Sondage TP8



Sondage PE9



Sondage PE10



Sondage PE11



Sondage PE12



Sondage PE13



Sondage PE14



15

Sondage PE15



Sondage PE16



Sondage PE17



Sondage PE18

Les valeurs de résistance de pointe mesurées sous la couverture végétale, sont globalement moyennes à très élevées et laissent présumer d'un niveau de portance correcte à bon de l'ordre de 15 à 50 MPa au niveau des futures arases du projet (cf. Annexe 2).

4.2.3 Implantation et nivellement

Le nivellement a été effectué en prenant comme points de référence deux références topographiques cotées sur le plan du réseau de drainage du terrain 1 (Réf.1 et Réf.2). Les points de sondage sont reportés sur le plan d'implantation des sondages en Annexe 1.

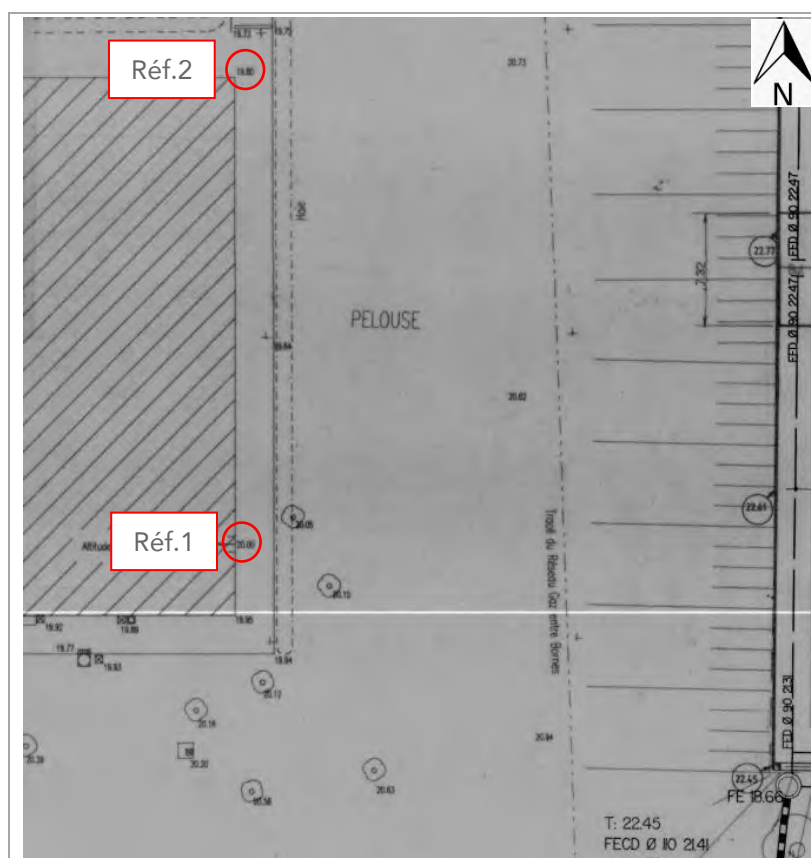
Les altimétries de ces références et des points de sondage sont les suivantes :

	Références		Sondages		
Point	Réf.1	Réf.2	PR1	PR2	PR3
Cote [m Réf.]	20.00	19.80	21.39	21.34	22.49

	Sondages				
Point	PR4	PR5	PR6	TP7	TP8
Cote [m Réf.]	22.43	22.31	22.53	22.50	22.48

	Sondages				
Point	PE9	PE10	PE11	PE12	PE13
Cote [m Réf.]	21.62	22.41	22.50	22.54	22.61

	Sondages				
Point	PE14	PE15	PE16	PE17	PE18
Cote [m Réf.]	22.55	22.54	22.03	22.63	22.49



Plan de situation de la référence



Réf.1



Réf.2



4.2.4 Synthèse des essais réalisés

Les différents sondages effectués ont permis de mettre en évidence les couches de sol suivantes :

Au droit des mâts								
Sondages verti- caux	Profondeur de la base de la couche [m/TN]						PI [MPa]	E _M [MPa]
	Cote de la base de la couche [m Réf.]							
	PR1	PR2	PR3	PR4	PR5	PR6		
Cote TN	21.39	21.34	22.49	22.43	22.31	22.53		
Couverture (remblais, li- mons)	0.50	0.15	1.20	0.80	1.20	0.35	Faible ou évolutif	
	20.89	21.19	21.29	21.63	21.11	22.18		
Argile limono-sableuse (marron-beige)	3.00	2.00	1.70	3.00	2.50		De 0.4 à 1.0	De 5.2 à 13.8
	18.39	19.34	20.79	19.43	19.81			
Sable argileux (marron)	NR	NR	4.80	NR	NR	NR	De 1.4 à 1.6	De 14.8 à 19.8
			17.69					
Banc calcaire (beige-blanc)		3.25						
		18.09					2.0	61.0
Argile marneuse (marron)	>6.00	4.00		5.00			De 0.7 à 1.1	De 5.9 à 13.0
	<15.39	17.34		17.43				
Argile calcaire (marron)	NR	>4.12		NR	5.00		De 1.5 à 1.8	De 12.0 à 23.8
		<81.48			17.31			
Calcaire (gris-beige)			NR	>6.00	>6.00	>6.00	>4.27	De 1.9 à 4.0
		<16.49		<16.43	<16.31	<18.26		

NB : le sondage PR6 a fait l'objet d'un refus dans le calcaire.

Au droit du terrain Nord								
Sondages verticaux	Profondeur de la base de la couche [m/TN]							Qd [MPa]
	Cote de la base de la couche [m Réf.]							
	TP8	PE9	PE10	PE15	PE16	PE17	PE18	
Cote TN	22.48	21.62	22.41	22.54	22.03	22.63	22.49	
Couverture (remblais, limons)	0.70	0.50	0.60	0.40	0.70	0.80	0.80	Faible ou évolutif
	21.78	21.12	21.81	22.14	21.33	21.83	21.69	
Argile (gris-blanc)	>2.20	>2.00	>2.04	NR	NR	NR	>2.07	De 2 à 5
	<20.28	<19.62	<20.37				<20.42	
Formation compacte	NR	NR	NR	>2.00	>2.01	>2.00	NR	>10
				<20.54	<20.02	<20.63		

Au droit du terrain Sud						
Sondages verticaux	Profondeur de la base de la couche [m/TN]					Qd [MPa]
	Cote de la base de la couche [m Réf.]					
	TP7	PE11	PE12	PE13	PE14	
Cote TN	22.50	22.50	22.54	22.61	22.55	
Couverture (remblais, limons)	0.10	0.90	0.40	0.10	0.80	Faible ou évolutif
	22.40	21.60	22.14	22.51	21.75	
Argile et sables (blanc)	>2.20	>2.05	>2.02	NR	NR	De 3 à 8
	<20.30	<20.45	<20.52			
Formation compacte	NR	NR	NR	>0.50	>2.00	>10
				<22.11	<20.55	

NR : couche non reconnue au droit du sondage

NB : Les sondages réalisés mettent en évidence une formation davantage résistante en partie Est. Il pourrait s'agir d'un banc calcaire au vu des résultats pénétrométriques, ou bien de passages sableux plus compacts.

NB : En PR2, un banc calcaire est clairement identifié.



4.3 Hydrologie

Lors des investigations d'avril 2026, aucun niveau ou arrivées d'eau n'ont été observés au sein des sondages.

Les niveaux d'eau sont supposés inférieurs aux côtes de terrassements projetés.

NB : le caractère ponctuel des sondages dans le temps ne permet pas d'apprécier la variation possible des nappes et infiltrations d'eau qui dépend notamment des conditions météorologiques. Des circulations d'eau localisées, correspondant soit à des retenues de surface soit à de circulations plus profondes au sein du substratum ou horizons d'altération sont possibles et difficilement prévisibles.

4.4 Risque sismique

Le projet concerné par la présente étude est à priori classé en catégorie d'importance I vis-à-vis du risque sismique (à confirmer par le maître d'œuvre ou le maître d'ouvrage). Le zonage sismique classe la commune de Poitiers (86) en zone sismique 3 (aléa modéré). L'application des prescriptions parasismique de l'Eurocode 8 n'est donc pas obligatoire.

4.5 Essais de laboratoire

4.5.1 GTR+IPI

Les prélèvements des échantillons ont été effectués par Laboratoire CBTP pour essais selon les normes en vigueur.

L'objectif des analyses pratiquées est de classer les sols rencontrés selon la norme NF P 11-300 :

Analyse	Norme
Analyse granulométrique	NF P 94-056 & NF EN ISO 17892-4
Valeur de bleu des sols (VBS)	NF P 94-068
Indice Portant Immédiat / ICBR	NF P 94-078
Teneur en eau (W_{nat})	NF P 94-050 & NF EN ISO 17892-1

Les essais d'identification sont résumés dans le tableau suivant :

Faciès	Passant [%] (en mm)										W_{nat} [%]	VBS	IPI	GTR	
	0.063	0.08	0.2	0.4	1	2	5	6.3	10	20				2000	2024
PR3 (1.7 à 3.8 m)	37.1	40.8	76	88	95	97	99	99	100	100	9.3			A ₂	F2
PR5 (2.5 à 5.0 m)	55.6	58.5	84	97	99	100	100	100	100	100	17.2			A ₃	F3
PR6 (1.0 à 4.3 m)	59.6	61.7	74	79	84	87	93	95	99	100	9.1	0.21	29.8	A ₁ s/ts	F1
TP7+TP8 (0.1 à 1.0 m)	49.7	51.6	71	83	91	95	97	97	98	100	16.9	3.20	9.7	A _{2m}	F2

Les matériaux rencontrés sont des sols fins se rattachant à la classe GTR A₁, A₂ ou A₃, dans un état hydrique très sec à moyen (au vu des teneurs en eau ainsi que de l'analyse effectués sur le terrain par les sondeurs), lors des investigations au mois d'avril 2026.



Le profil du futur projet semble nécessiter des travaux de déblai-remblai. Le cas échéant, les matériaux rencontrés sur le site pourront être réutilisés pour la construction des remblais de mise à niveau ou remblaiement, sous réserve de leurs conditions d'état hydrique, s'agissant de sols sensibles à l'eau.

Pour rappel, selon les dispositions du GTR et du GTT, les sols fins de classification GTR : A₁, A₂ et A₃ sont réutilisables dans la plage des teneurs en eau conduisant aux états hydriques :

- Humide « h », moyen « m » et sec « s »

Les sols très humides ne pourront être réemployés sans une réduction préalable de leur teneur en eau.

À contrario, les sols trop secs pour être réutilisés en l'état, comme observés lors des investigations, devront être humidifiés afin de les amener dans un état hydrique moyen « m ».

Dans tous les cas, leurs modalités de mise en œuvre (*épaisseurs de couche, vitesse et nombre de passes de compacteur, etc.*) devront respecter les prescriptions du GTR et du GTT.

4.5.2 Analyse granulométrique par sédimentométrie

Deux échantillons ont été prélevés et analysés par Laboratoire CBTP, donnant les valeurs suivantes :

Faciès	% fraction <2 µm (C2)
PR3 (1.7 à 3.8 m)	22.5
PR5 (2.5 à 5.0 m)	38.0

Les PV des sédimentométries figurent en **Erreur ! Source du renvoi introuvable..**

4.5.3 Agressivité des constituants du sol sur le béton

Les résultats des analyses d'agressivité des sols et des eaux sont synthétisés dans le tableau suivant :

Analyse d'agressivité	Caractéristique(s) chimique(s) déterminant(s)	Classe d'agressivité PR32
Sur les sols	Non agressif chimiquement	-
Sur les eaux	Non réalisées de par l'absence d'eau en quantité suffisante dans les sols lors de l'intervention.	
Classe d'agressivité à retenir		Non agressif

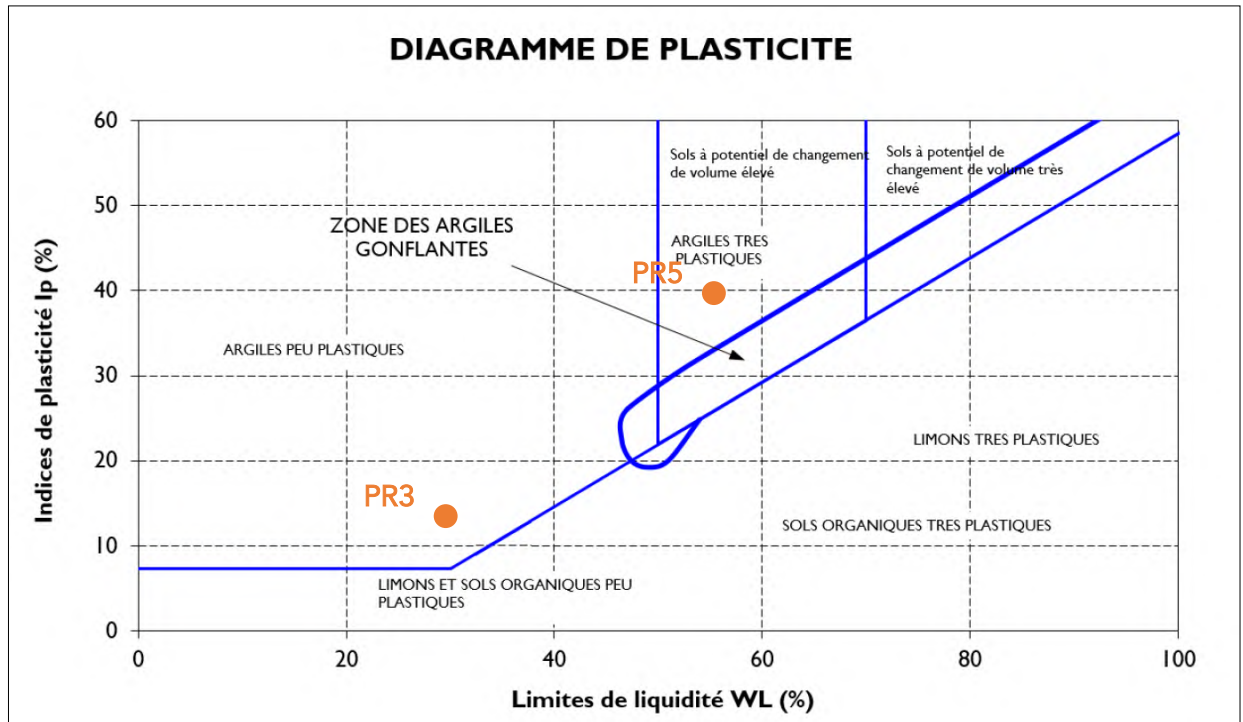
Le détail des analyses effectuées figure en **Erreur ! Source du renvoi introuvable..**

4.5.4 Limites d'Atterberg

Les procès-verbaux d'essais détaillés figurent en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** du présent rapport. Les résultats sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Faciès	GTR	Limite de plasticité WP	Limite de liquidité WL	Indice de plasticité IP
PR3 (1.7 à 3.8 m)	A ₂	16	29	13
PR5 (2.5 à 5.0 m)	A ₃	16	55	39





4.5.5 Études de traitement

Des études de traitement visant la stabilisation des sols en place (*amélioration du fond de forme*) ont donc été réalisées selon les dispositions du GTS et comprennent la vérification des critères suivants :

- $IPI \geq 6$ (*spécification des normes NF P 90-112 & NF P 90-113*),
- $ICBR \geq IPI$ (*effet du traitement durable, même en présence d'eau*)

L'objectif de ces études est de déterminer le réactif et le dosage appropriés permettant d'atteindre la valeur d'IPI objectif afin de garantir la portance visée ($EV2 \geq 30 \text{ MPa}$).

La vérification de la condition $ICBR / IPI$ consiste à mesurer l'indice portant du matériau traité après un séjour dans l'eau de 4 jours à température ambiante puis de le comparer à l'indice portant immédiat.

La vérification de cette condition constitue une garantie de la pérennité des effets du traitement.

Deux études ont été menées aux dosages de :

- 1% de Chaux aérienne calcique vive CL90
- 1.5% de Chaux aérienne calcique vive CL90

à partir des formations argileuses de surface rencontrées sous la couverture végétale et les remblais.



Faciès	GTR	Dosage et nature du traitement	Teneur en eau avant traitement (%)	Teneur en eau initiale (après traitement) (%)	Teneur en eau finale (après immersion) (%)	IPI objectif	IPI après traitement	ICBR 4 j immersion	Gonflement linéaire GL (%)	ICBR / IPI	Pérennité du traitement
Mélange TP7+TP8	A2	1 % Chaux aérienne calcaire vive CL90	19.9	18.9	20.4	6,0	14.9	19.8	0.35	1.33	Oui
	A2	1.5 % Chaux aérienne calcaire vive	21.4	19.9	21.9	6,0	11.7	27.7	0.25	4.62	Oui

Le PV est joint en annexe.

Conclusions :

1. Les IPI objectifs sont atteints après traitement aux dosages de 1% de chaux et de 1.5% de chaux,
2. La pérennité du traitement est vérifiée ($ICBR / IPI > 1$) dans les 2 cas.

4.6 Synthèse du risque de retrait-gonflement des argiles

4.6.1 Présentation de la méthode d'analyse

La zone se situant en aléa moyen à fort vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles, des essais de laboratoire ont été réalisés afin de déterminer le potentiel risque de gonflement.

Les essais de caractérisation des argiles réalisés sont les suivants :

- Valeur au bleu de méthylène (VBS) ;
- Analyse granulométrique par sédimentométrie ;
- Limites d'Atterberg.

De nombreuses approches empiriques existent pour apprécier le potentiel de gonflement des sols à l'aide de ces différents paramètres. Pour les besoins de l'étude, il n'en est retenu que deux :

- L'analyse de la VBS ;
- La classification de Williams et Donaldson, basée sur l'indice de plasticité IP et la fraction argileuse C2 ;

4.6.2 Analyse de la VBS

A l'aune des valeurs de VBS, comprises entre 0.21 et 3.20, la susceptibilité du sol des échantillons analysés vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles peut être considérée comme moyenne :

V_{Bs}	Susceptibilité
< 2,5	Faible
2,5 à 6	Moyenne
6 à 8	Forte
> 8	Très forte

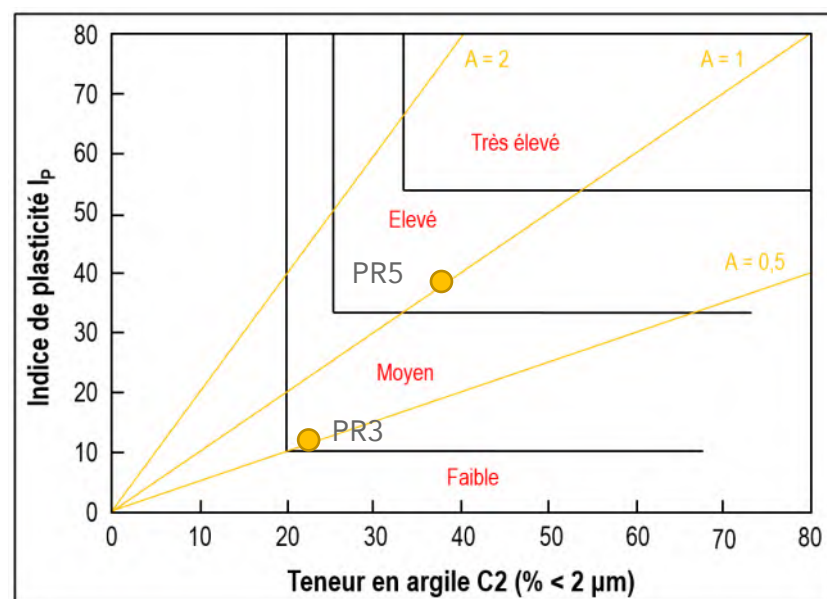
NB : Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables sur l'ensemble du site. Des éléments nouveaux (hétérogénéité géologique, etc.) mis en évidence lors des travaux peuvent entraîner des adaptations tant à la conception qu'à l'exécution.

4.6.3 Classification de Williams et Donaldson

L'activité du sol peut être définie selon Williams et Donaldson (1980) après analyse granulométrique par sédimentométrie, donnant le pourcentage de la fraction <2 μm (C_2).

L'échantillon prélevé et analysé a donné les valeurs suivantes :

Faciès	% fraction <2 μm (C_2)	I_p	$A = I_p / C_2$
PR3 (1.7 à 3.8 m)	22.5	13	0.58
PR5 (2.5 à 5.0 m)	38.0	39	1.03



Classification de Williams et Donaldson (1980)

Le diagramme suivant élaboré par Williams et Donaldson permet un classement en « risque moyen à élevé de gonflement ».

4.6.4 Conclusion sur le risque de retrait-gonflement des argiles

Le risque lié au retrait-gonflement des argiles du site peut ainsi être caractérisé comme élevé au droit de la zone de prélèvement de l'échantillon.

Les variations hydriques subies par le matériau argileux peuvent potentiellement être amplifiées par la présence d'arbres et par des périodes de sécheresse.

5. Principe constructif d'un terrain

5.1 Principes constructifs d'un terrain en pelouse naturelle

5.1.1 Définitions – Rappels

Dans le cas où il est envisagé la construction d'un terrain de football en pelouse naturelle, d'après la norme NF P 90-113, les exigences du fond de forme sont les suivantes :

- **Portance** : $EV2 \geq 22 \text{ MPa}$ (1 mesure / 500m^2),
- **Traficabilité** : les roues jumelées d'un essieu chargé à 13T ne doivent pas créer de traces dont la profondeur soit supérieure à 2 cm.
- **Pente** : 0,3 à 1,0 %
- **Nivellement** : +/- 2 cm par rapport à la cote théorique

5.1.2 Réalisation des terrassements

La topographie du site et la configuration du projet ne laissent pas prévoir d'importants travaux de déblai-remblai. Ces derniers consistant davantage à des travaux de mise à niveau et pourront être exécutés à l'aide d'engins de terrassement classiques.

Au vu des sondages et analyses pratiqués sur l'emprise du projet, le fond de forme actuel est constitué d'une formation argileuse plus ou moins sableuse dans un état hydrique moyen à très sec présentant des portances satisfaisantes au moment des sondages.

Il s'agit de sols sensibles aux variations de teneur en eau. Ils peuvent donc voir leur portance chuter en cas de précipitations.

En phase chantier, la plate-forme devra par conséquent être protégée contre les arrivées d'eau, dressée de façon à éviter toute stagnation et permettre l'évacuation des eaux de ruissellement vers un exutoire.

Les dispositions constructives ci-après ont pour objectif d'obtenir un fond de forme caractérisé par une portance $EV2 \geq 22 \text{ MPa}$ en tous points par une opération de purge et substitution en matériaux granulaires d'apport tout en considérant la cote finie du futur projet à la même altimétrie que le terrain existant.

Solution : granulaire

1. Décapage de la terre végétale sur toute son épaisseur et purge des éventuelles poches médiocres et des sols détériorés par les engins de terrassement ou par les eaux de pluie,
2. Réaliser un système de drainage profond afin d'éviter toute remontée de nappe éventuelle au sein de la PST.
3. Mise en œuvre d'une couche de réglage et de protection en grave naturelle insensible à l'eau de type GNT 0/20 sur une épaisseur minimale de 0,30 m.
4. Procéder à une imperméabilisation du fond de forme afin d'éviter toute infiltration d'eau superficielle.



Solution 2 : traitement en place

En fonction de l'état hydrique des matériaux lors de la réalisation des travaux, il pourra être nécessaire d'opter pour un traitement des zones éventuellement très humides.

NB : Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables sur l'ensemble du chantier. Des éléments nouveaux (hétérogénéité géologique...) mis en évidence lors des travaux peuvent entraîner des adaptations tant à la conception qu'à l'exécution.

5.1.3 Couche de fondation

Les procédés de pelouse naturelle sont perméables et nécessitent d'être appliqués sur une infrastructure support perméable et drainante.

La nature et les caractéristiques de perméabilité des sols en place (*sol argileux*) ne permettant pas d'assurer cette fonction, la réalisation d'un réseau de drain sera obligatoire et une couche de fondation drainante et filtrante de perméabilité supérieure à 10^{-4} m.s^{-1} ou 36 cm/h devra être mise en œuvre sur une épaisseur minimale de 0,15 m.

On se reportera à la norme NF P90-113 pour l'ensemble des possibilités offertes quant à la composition du système drainant.

Afin d'assurer une évacuation optimale des eaux de ruissellements, le fond de forme devra être dressé en toit deux pentes. La pente devra être comprise entre 0,5% et 1,0%.

Des contrôles de tolérance de nivellement de 0,01m sous la règle de 3 m passées en tous points et tous sens.

5.2 Principes constructifs d'un terrain synthétique

5.2.1 Définitions – Rappels

Dans le cas où il serait envisagé la construction d'un terrain de football en gazon synthétique, d'après la norme NF P 90-112, les exigences du fond de forme sont les suivantes :

- **Portance** : $EV2 \geq 30 \text{ MPa}$ (1 mesure / 500m²),
- **Traficabilité** : les roues jumelées d'un essieu chargé à 13T ne doivent pas créer de traces dont la profondeur soit supérieure à 2 cm.
- **Pente** : 0,3 à 1,0 %
- **Nivellement** : +/- 2 cm par rapport à la cote théorique

5.2.2 Réalisation des terrassements

La topographie du site et la configuration du projet ne laissent pas prévoir d'importants travaux de déblai-remblai. Ces derniers consistant davantage à des travaux de mise à niveau pourront être exécutés à l'aide d'engins de terrassement classiques.

Au vu des sondages et analyses pratiqués sur l'emprise du projet, le fond de forme actuel est constitué d'une formation argilo sableuse dans un état hydrique moyen à très sec présentant des portances satisfaisantes au moment des sondages.



Il s'agit de sols sensibles aux variations de teneur en eau. Ils peuvent donc voir leur portance chuter en cas de précipitations.

En phase chantier, la plate-forme devra par conséquent être protégée contre les arrivées d'eau, dressée de façon à éviter toute stagnation et permettre l'évacuation des eaux de ruissellement vers un exutoire.

Les dispositions constructives ci-après ont pour objectif d'obtenir un fond de forme caractérisé par une portance $EV2 \geq 30$ MPa en tous points par une opération de purge et substitution en matériaux granulaires d'apport tout en considérant la cote finie du futur projet à la même altimétrie que le terrain enherbé existant.

Solution : granulaire

1. Décapage de la terre végétale sur toute son épaisseur et purge des éventuelles poches médiocres et des sols détériorés par les engins de terrassement ou par les eaux de pluie,
2. Réaliser un système de drainage profond afin d'éviter toute remontée de nappe éventuelle au sein de la PST.
3. Mise en œuvre d'une couche de réglage et de protection en grave naturelle insensible à l'eau de type GNT 0/20 sur une épaisseur minimale de 0,30 m.
4. Procéder à une imperméabilisation du fond de forme afin d'éviter toute infiltration d'eau superficielle.

Solution 2 : traitement en place

Les études de traitement menées en laboratoire ont montré l'efficacité des traitements à la chaux vive.

La condition de pérennité du traitement a été vérifiée, par conséquent l'effet du traitement est durable et devrait garantir le niveau de portance recherché à long terme.

Après décapage de la terre végétale et la réalisation des travaux de mise à niveau, on pourra procéder à une amélioration du fond de forme obtenu par traitement à la chaux au dosage de 1% sur une épaisseur de l'ordre de 35 cm permettant ainsi d'atteindre la portance visée $EV2 \geq 30$ MPa.

En fonction de l'état hydrique des matériaux lors de la réalisation des travaux, il pourra être nécessaire d'adapter le dosage de traitement et d'augmenter l'épaisseur de la couche traitée dans les zones éventuellement très humides.

A contrario, les matériaux dans un état hydrique sec à moyen nécessiteront une pré-humidification afin qu'ils ne soient pas trop secs après traitement.

Dans tous les cas, les travaux devront être interrompus en cas de météo pluvieuse.

NB : Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables sur l'ensemble du chantier. Des éléments nouveaux (hétérogénéité géologique...) mis en évidence lors des travaux peuvent entraîner des adaptations tant à la conception qu'à l'exécution.



5.2.3 Couche de fondation

Les procédés de gazon synthétique sont perméables et nécessitent d'être appliqués sur une infrastructure support perméable et drainante.

La nature et les caractéristiques de perméabilité des sols en place ne permettant pas d'assurer cette fonction, la réalisation d'un réseau de drain sera obligatoire et une couche de fondation drainante et filtrante de perméabilité supérieure à 10^{-4} m.s^{-1} ou 36 cm/h devra être mise en œuvre sur une épaisseur minimale de 0,15 m.

On se reportera à la norme NF P90-112 pour l'ensemble des possibilités offertes quant à la composition du système drainant.

Afin d'assurer une évacuation optimale des eaux de ruissellements, le fond de forme devra être dressé en toit deux pentes. La pente devra être comprise entre 0,5% et 1,0%.

Des contrôles de tolérance de nivellement de 0,01m sous la règle de 3 m passées en tous points et tous sens.



6. Principes constructifs des mâts

6.1 Maquette géotechnique

Pour un ancrage au sein des argiles, les sondages réalisés au droit des futurs mâts sont les suivants.

Sondages verticaux	Profondeur de la base de la couche [m/TN]						PI [MPa]	E _M [MPa]
	PR1	PR2	PR3	PR4	PR5	PR6		
Cote TN	21.39	21.34	22.49	22.43	22.31	22.53		
Couverture (remblais, limons)	0.50	0.15	1.20	0.80	1.20	0.35	Faible ou évolutif	
Argile limono-sableuse (marron-beige)	3.00	2.00	1.70	3.00	2.50	NR	0.7	6.7
Sable argileux (marron)	NR	NR	4.80	NR	NR		1.5	16.9
Banc calcaire (beige-blanc)		3.25	NR				2.0	61.0
Argile marneuse (marron)	>6.00	4.00		5.00			0.9	9.1
Argile calcaire (marron)	NR	>4.12		NR	5.00		1.6	16.0
Calcaire (gris-beige)		NR	NR	>6.00	>6.00	>6.00	>4.27	2.8

NB : Pour le sondage PR6, pour lequel le calcaire compact est rencontré directement sous la couverture de remblais/limons, le mât reposera directement sur le rocher.

6.2 Solutions techniques

Eu égard aux résultats des investigations géotechniques effectuées, de la présence de sols de recouvrements (*remblais, limon*) de mauvaises portances et potentiellement évolutifs, sur 0.35 à 1.20 m d'épaisseur, les solutions techniques envisageables pour le projet de mâts sont les suivantes :

- **Fondations superficielles de type semelles isolées, avec un ancrage de 0.20 m minimum au sein des horizons d'argiles sous-jacents (ou de calcaire en PR6).**

En aucun cas les fondations ne devront être assises ou ancrées au sein des horizons de recouvrement, et également des horizons racinaires, de portance trop aléatoire et potentiellement évolutive.

Les horizons de tête devront absolument être purgés pour la réalisation des fondations superficielles ainsi que les terrains de mauvaise compacité. Une substitution par du gros béton est également envisageable en cas de présence de terrains de mauvaise qualité sous l'arase, de manière à aller chercher un horizon d'assise de portance satisfaisante ($E_M > 5 \text{ MPa}$) par approfondissements locaux.



6.3 Terrassements

6.3.1 Déblais

En partant de l'hypothèse d'un niveau égal au niveau du TN actuel, des terrassements sont à prévoir. Les terrassements sur la hauteur des fondations du projet auront lieu au sein des formations superficielles (*remblais, limon et argiles*). De plus, ces terrassements seront en partie réalisés dans les calcaires (*PR6*).

Les terrassements se dérouleront au sein d'horizons de compacité variable, mais globalement aisément terrassables à l'aide d'engins classiques de chantier. Cependant, après décapage des horizons de recouvrement (*remblais, horizons limoneux*), des engins mécaniques de forte puissance pourront être nécessaires pour les travaux de terrassement au sein des calcaires en PR6. Les moyens employés devront en tout état de cause être adaptés à l'avancement des travaux (*des passages plus indurés peuvent nécessiter l'emploi d'engins de forte puissance, équipés d'outils adaptés : godet rocher, dent de déroctage, BRH, etc.*).

Les pentes de talus pour les terrassements dans les différentes natures de terrain pourront être :

Talus concernés	Phase provisoire	Phase définitive
Horizons de recouvrement anthropiques comme naturels (<i>remblais, limon</i>)	3H/2V	3H/2V
Argiles et sables	1H/1V	1H/1V
Calcaires	2H/3V	1H/1V

La présence d'ouvrages, de réseaux en place et de cheminements en mitoyenneté devra être prise en compte dans le choix de la méthode de terrassement employée, afin de ne pas créer de vibrations, ou de ne pas venir déstructurer les ouvrages existants.

6.4 Hypothèses sur les mâts

En l'absence de données transmises sur les mâts et les massifs de fondations envisagés, nous sommes partis sur des ouvrages et descentes de charges usuelles.

Nous prendrons ainsi comme hypothèses des dimensions de massifs identiques pour tous les mâts d'éclairage, de dimensions 2,5 (L) × 2,5 (l) × 1,2 (h) m.

En l'absence de données propres au projet, nous considérerons les données hypothétiques suivantes, basées sur un type de mât existant. Il s'agit donc d'un exemple et non d'un modèle de mât définitif :

- Effort normal : 5 kN (ELS) + Poids propre de la semelle (≈ 280 kN) ;
- Effort tranchant : 5 kN (ELS) ;
- Moment de flexion : 60 kN.m.



6.5 Définition des fondations superficielles

6.5.1 Profondeur minimale

Sans prendre en compte aucune considération d'ancrage, la profondeur minimale des fondations sera de 0.50 m minimum par rapport au terrain fini projeté, afin de garantir la garde hors-gel des fondations, et de 1.2 m minimum par rapport au terrain fini projeté, compte-tenu de la classification de la zone en aléa moyen à fort pour le retrait-gonflement des argiles.

En considérant cet impératif et un **ancrage dans la couche porteuse de minimum 0.20 m**, le tableau ci-dessous récapitule les valeurs minimales d'encastrement des fondations avec une cote de niveau fini égale au niveau du TN. **Cependant, eu égard au type de fondation et aux dimensions, la profondeur prise en compte pour évaluer la capacité portante ci-après est de 1.2 m minimum par rapport au terrain fini.**

Au droit des sondages réalisés, les profondeurs d'encastrement seront au minimum les suivantes :

Sondage		Profondeur [m/TN]					
		Cote [m Réf.]					
		PR1	PR2	PR3	PR4	PR5	PR6
Cote TN [m Réf.]		21.39	21.34	22.49	22.43	22.31	22.53
Profondeur minimale de base de fondation à respecter	m/TN actuel	≥ 1.20	≥ 1.20	≥ 1.40	≥ 1.20	≥ 1.40	≥ 1.20
	m Réf.	≤ 20.19	≤ 20.14	≤ 21.09	≤ 21.23	≤ 20.91	≤ 21.33
Sol d'ancrage de fondation		Argile	Argile	Argile	Argile	Argile	Calcaire

Cet ancrage pourra être effectué par le biais d'une purge en gros béton jusqu'au niveaux indiqués ci-dessus.

6.5.2 Capacité portante

L'évaluation de la capacité portante des fondations superficielles est définie au §9 de la norme NF P94-261 : $q_{net} = k_p p l e \cdot i_\delta \cdot i_\beta$

Formation d'ancrage	q_{net} [MPa]
Sol naturel	0.55

La valeur de q_{net} dépend des efforts horizontaux appliqués aux fondations et à la proximité de talus. À ce stade du projet, il a été pris en compte $i_\delta = i_\beta = 1$. Il conviendra de prendre en compte les valeurs réelles de i_δ et i_β , en fonction des descentes de charges et de la présence de talus.

Au présent stade du projet, afin de pallier aux hétérogénéités du terrain, il est retenu les taux de travail suivants :

Combinaison	Contrainte admissible [MPa]
ELS	0.20
ELU fondamental	0.30



6.5.3 Estimation des tassements

Cas de chargement	$Q_{v,d}$ ELS Carre [kN]	Dimension de la fondation [m]	Arase Inférieure	Contrainte appliquée [MPa]	Portance	Renversement
PR1	285	2.50 x 2.50	+20.19	0.05	Vérifiée	Vérifiée
PR3	285	2.50 x 2.50	+21.09	0.05		
PR6	285	2.50 x 2.50	+21.33	0.05		

Les descentes de charges considérées valident les massifs et les semelles en termes de portance.

Seuls les cas les plus défavorables ont été modélisés. Ils valident ainsi les autres fondations, et figurent en Annexe 4 du présent rapport.

Les tassements sont évalués à l'aide du logiciel FOXTA prenant en compte l'annexe H de la norme NF P94-261.

Dimensions minimales de fondations : 2.50 x 2.50 m en massif isolé

Afin d'éviter tout tassement parasite complémentaire, il convient d'apporter un soin particulier à la réalisation des fouilles et la purge des matériaux déstructurés avant le coulage du gros béton.

Dans le cas d'un excentrement ou d'une inclinaison de la charge vis-à-vis de la géométrie de la semelle ou de la présence d'un talus à proximité de la fondation, il reviendra au concepteur de vérifier les rotations de semelle et la compatibilité de la structure vis-à-vis de ces rotations.

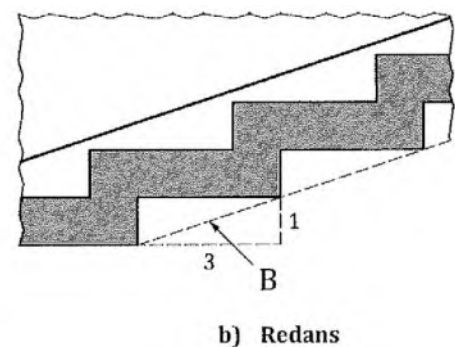
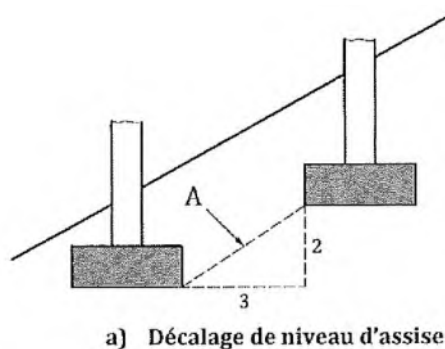
En considérant les données d'entrée précédentes, les tassements au droit du projet seront négligeables.

6.5.4 Résistance structurelle

La résistance des éléments constitutifs de la fondation superficielle ne fait pas partie de la présente mission géotechnique et devra être vérifiée par un bureau d'études structure.

6.5.5 Dispositions techniques

Les dispositions relatives à l'emplacement des fondations superficielles seront conformes à la norme NF P94-261. Notamment, les arases inférieures des fondations devront respecter la pente de 3H/2V. Selon le DTU 13.1 P1-1, il est admis de fonder une semelle filante en respectant des redans à pente maximale de 3H/1V.



Légende

- A Pente 3 pour 2
- B Pente 3 pour 1

Il sera pris le soin de purger tous les limons, les remblais et tous matériaux pouvant être évolutifs au droit des fondations projetées.



Les fonds de fouille devront être soignés et recompactés pour éviter tous tassements parasites. Le béton devra être mis en place immédiatement après l'ouverture des fouilles pour éviter tout risque de détériorations liées aux venues d'eau en présence dans le sol ou météoriques.

Le cas échéant, un époussement des fouilles devra être mis en place et un béton de propreté est à prévoir, afin d'éviter tout contact des armatures avec le sol en place.

Les terrassements devront être effectués par temps sec, à une période favorable vis-à-vis de la présence d'eau dans le sol.

6.6 Drainage en phase provisoire/chantier

Un époussement permanent de la plateforme de fond de fouille pendant toute la durée des travaux devra être effectué par la mise en place d'un empierrement drainant et d'un puisard de pompage permettant de maintenir le niveau de la nappe à -0.50 m par rapport au niveau du fond de fouille. Eu égard aux matériaux en place, toute stagnation d'eau en fond de fouille devra être proscrite. Il faudra privilégier une période de basses eaux, idéalement estivale pour les travaux de terrassements.



7. Aléas géotechniques et suite à donner

7.1 Rappel des dispositions techniques

Les différents risques résiduels sont rappelés ci-dessous :

- Purge soignée et extraction de tout système racinaire.
- Purge de tout point dur éventuel en superficiel afin de ne pas poinçonner et déséquilibrer la semelle de fondation.
- Mise en place du béton immédiatement après l'ouverture des fouilles pour éviter tout risque de détérioration des fonds de forme. Le matériau d'ancrage étant sensible à l'eau, toute fouille ouverte devra être bétonnée le jour même.
- Prise en compte des efforts et des différents cas de charge, dimensionnement et vérification de la fondation en conséquence (*stade G2PRO et/ou G3*).
- Epuisement permanent des fonds de fouille.
- Soins particuliers lors des terrassements à proximité des chemins piétons. Attention particulière vis-à-vis des réseaux en présence.

7.2 Suite à donner

La mission G2PRO permettra, en fonction des dimensions des ouvrages, de dimensionner les différents ouvrages constitutifs du projet.

7.3 Rappel de l'enchaînement des missions

La présente étude géotechnique (G1+G2AVP) définit le contexte géotechnique du site et pré-dimensionne une solution de fondation par semelles superficielles pour le projet de mâts.

Conformément à la norme NF P 94-500, concernant la suite des études et afin d'optimiser le projet tout en réduisant les aléas, il est fortement recommandé de prévoir une intervention du géotechnicien en mission G2PRO (*Etude géotechnique de conception - Phase Projet*) et en mission G4 (*supervision géotechnique des travaux d'exécution*). Le détail de l'enchaînement des missions, tel que décrit par la norme, figure au §8.

La mission G2 PRO permettra de dimensionner le système de fondation retenu en fonction des combinaisons d'actions les plus défavorables (*ELU, ELS : à fournir par le BET Structure*), de préciser les tassements attendus sous fondations et d'adapter les dispositions constructives en fonction des détails de la construction. Il sera nécessaire de fournir une étude de conception géotechnique G2 aux entreprises de travaux.



8. Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, Esquisse, APS	Études géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	PRO	Études géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (<i>en interaction avec la phase suivi</i>)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (<i>en interaction avec la phase supervision du suivi</i>)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (<i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i>)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (<i>en interaction avec la Phase Étude</i>)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (<i>en interaction avec la phase Supervision de l'étude</i>)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié



Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (*première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).*)

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (*terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisnants*), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (*valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier*), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (*terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants*), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (*dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel*).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.



**ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)****ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- étudier dans le détail les ouvrages géotechniques: notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (*calculs justificatifs*) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (*phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles*).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (*le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats*).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (*par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre*) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Sources : tableau 1 et 2 de définition de l'enchaînement et du contenu des missions d'ingénierie géotechnique (NF P94-500, de novembre 2013)

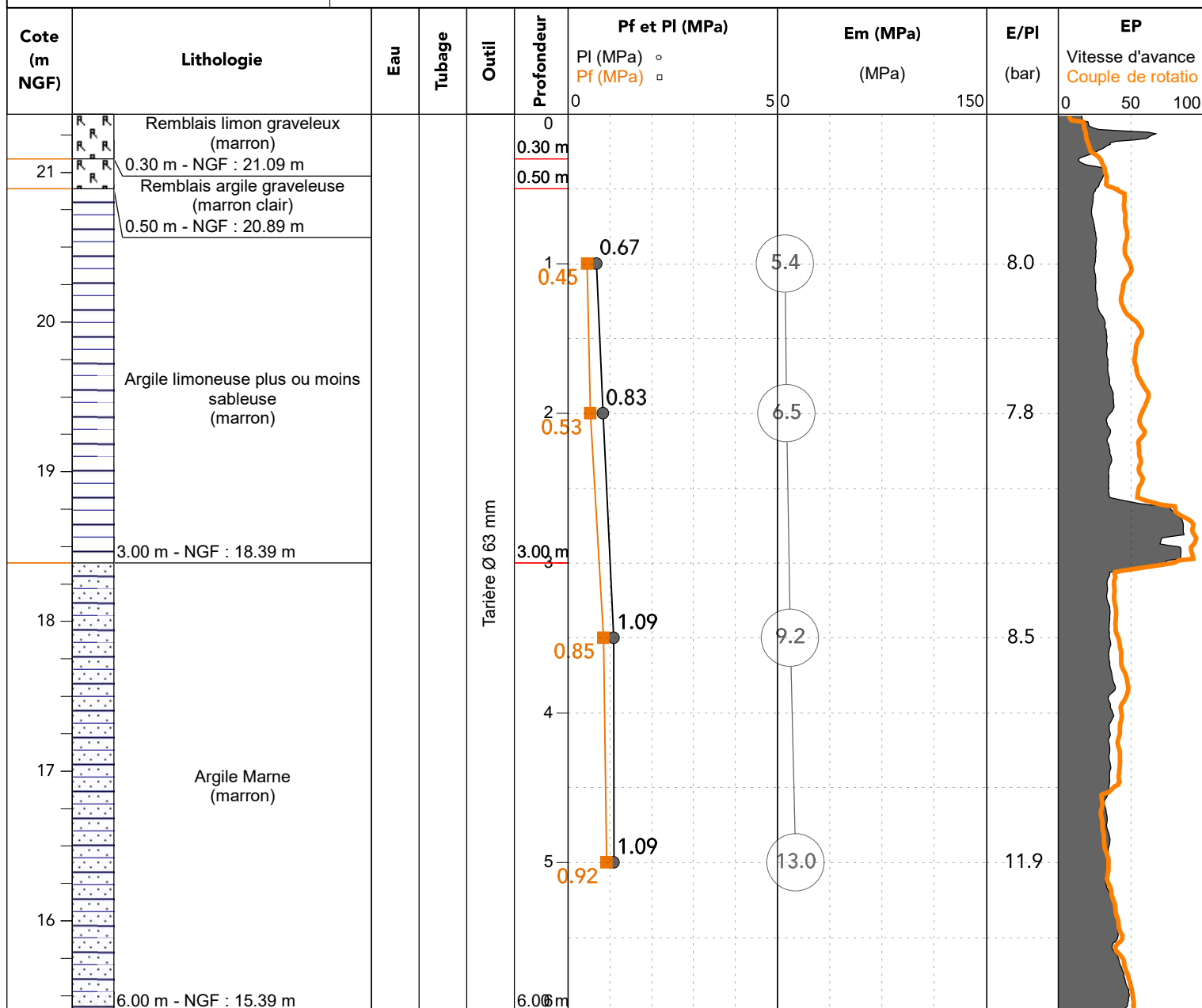
9. ANNEXES



9.1 Annexe 1 : Implantation des sondages



9.2 Annexe 2 : Résultats d'essais in situ



EXGTE 4.0.1/LB2EPF587FR

Commentaires : Arrivée d'eau au cours de la foration : sans eau

Niveau d'eau relevé en fin de chantier : sans eau

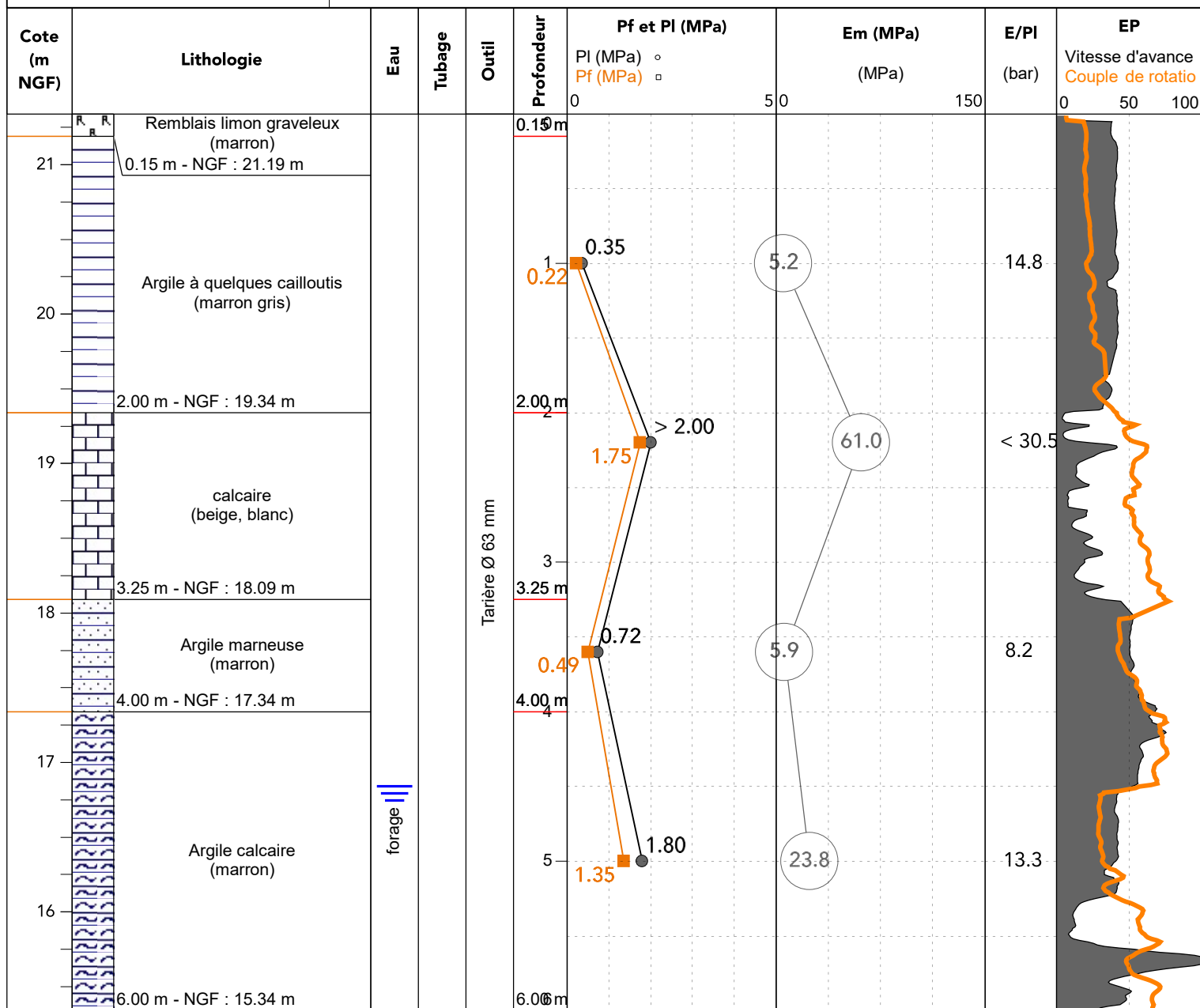
Début : 08/04/2026 - 08:51

Machine : Ecofore CE302NG

Z : 21.34 m NGF

Techniciens : ALC

Échelle : 1/40

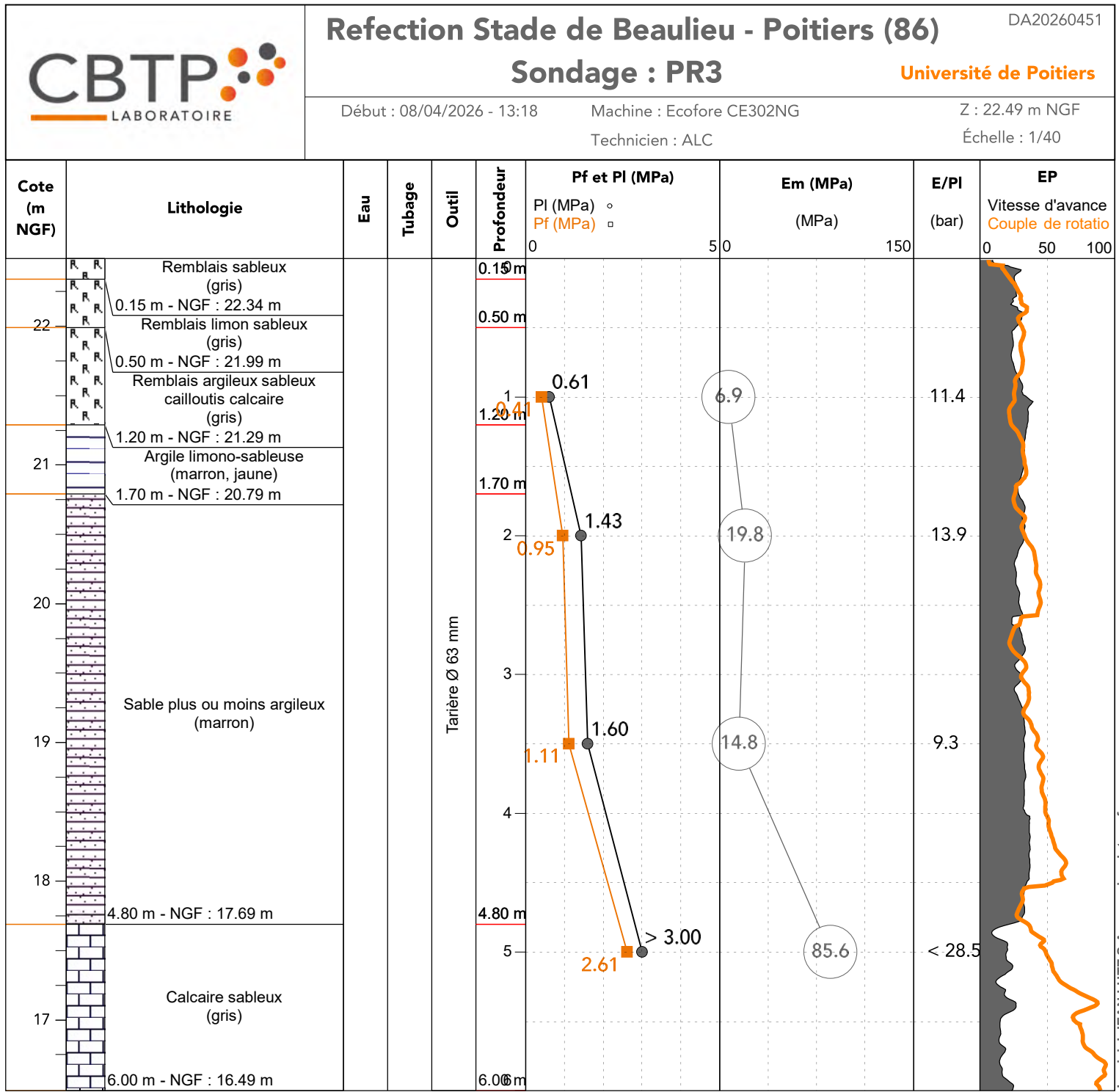


EXGTE 4.0.1/LB2EPF587FR

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

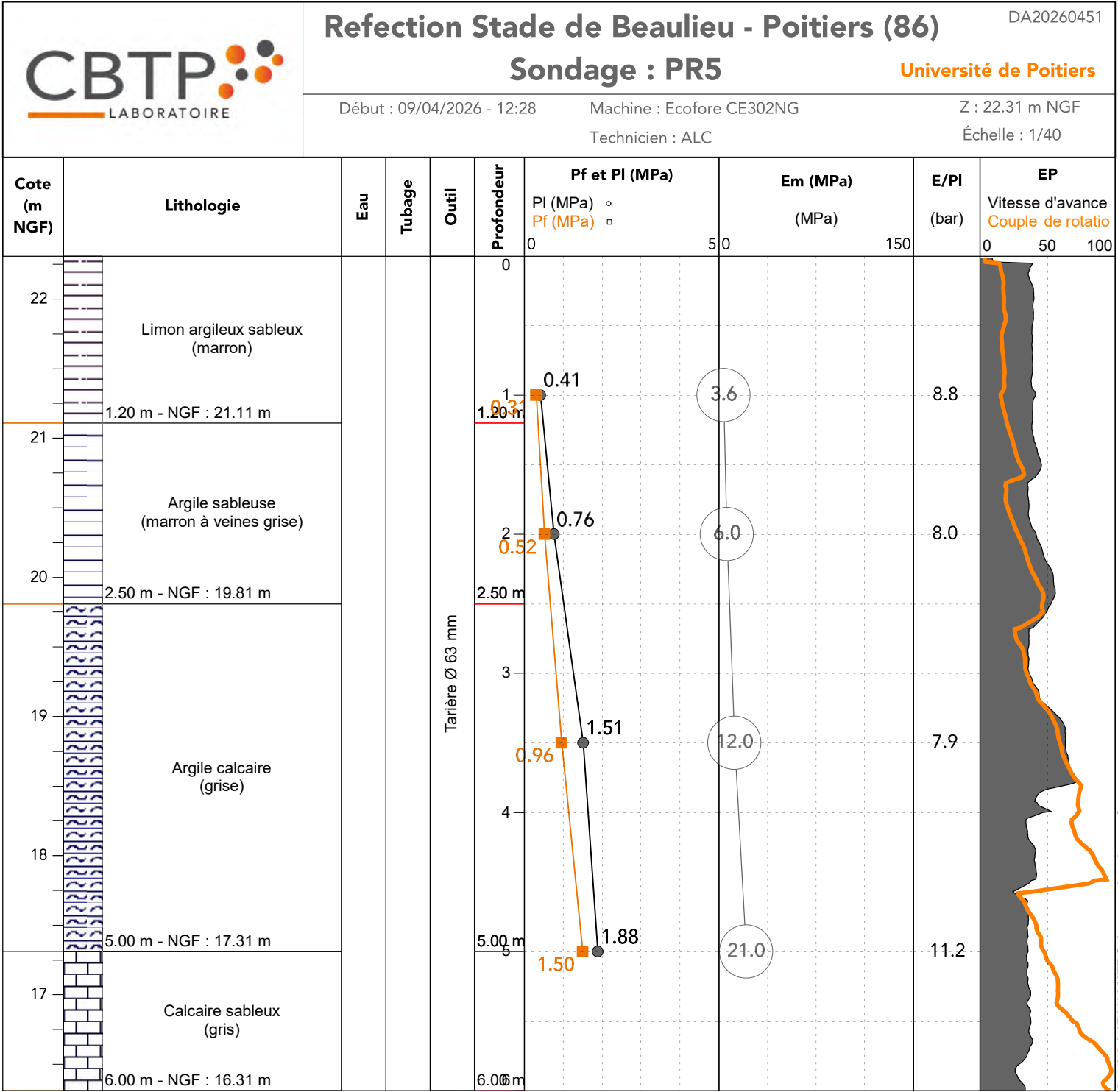
Commentaires : Arrivée d'eau au cours de la foration : -4.50 m

Niveau d'eau relevé en fin de chantier : sans eau



Commentaires : Arrivée d'eau au cours de la foration : sans eau
Niveau d'eau relevé en fin de chantier : sans eau
1 GTR/ 1 AG sol

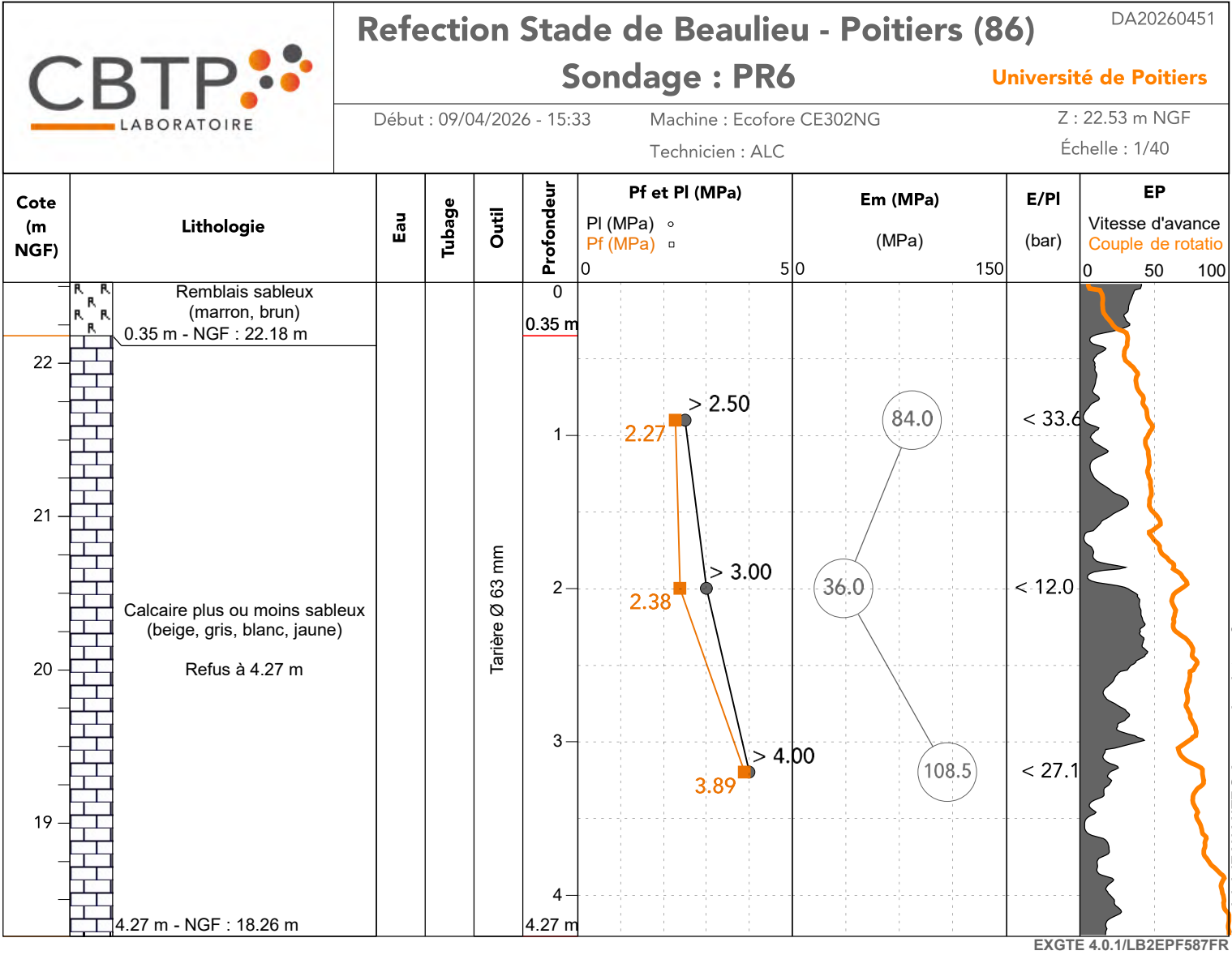
1 GTR



Commentaires : Arrivée d'eau au cours de la foration : sans eau

Niveau d'eau relevé en fin de chantier : sans eau

1 GTR



Commentaires : Arrivée d'eau au cours de la foration : sans eau

Niveau d'eau relevé en fin de chantier : sans eau

Commentaire : Arrivée d'eau au cours de la foration : pas d'arrivée d'eau
Niveau d'eau relevé en fin de chantier : pas d'arrivée d'eau

CBTP LABORATOIRE		Université de Poitiers (86)			DA 2026 0451		
		Sondage : TP8			Université de Poitiers		
Date : 08/04/2026		Machine : MAP 90 + tarière Ø 150 mm			Z : 22.48 NGF		
		Technicien : SFO			Échelle : 1/40		
Cote (NGF)	Lithologie	Profondeur	Qd (Mpa)			Condition d'arrêt	Niveau d'eau
			0	25	50		
22	Remblais sableux (gris)	0.140m	6.81				
	0.14 m - NGF : 22.34 m		4.49				
			3.92				
			2.23				
	Remblais argileux (marron, gris)		2.56				
	0.70 m - NGF : 21.78 m		2.28				
			1.89				
			1.89				
21	Argile grise à blanche		1.59				
		1		2.81			
				3.05			
				2.20			
			2.96				
			3.10				
			3.35				
			3.53				
			3.09				
			2.40				
			3.03				
		2		6.74			
				6.74			
			2.20 m - NGF : 20.28 m	2.20 m			
	Fin de sondage						
	2.40 m - NGF : 20.08 m	2.40 m					

EXGTE 4.0.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

EXGTE 4.0.1

Commentaire : Arrivée d'eau au cours de la foration : pas d'arrivée d'eau
Niveau d'eau relevé en fin de chantier : pas d'arrivée d'eau

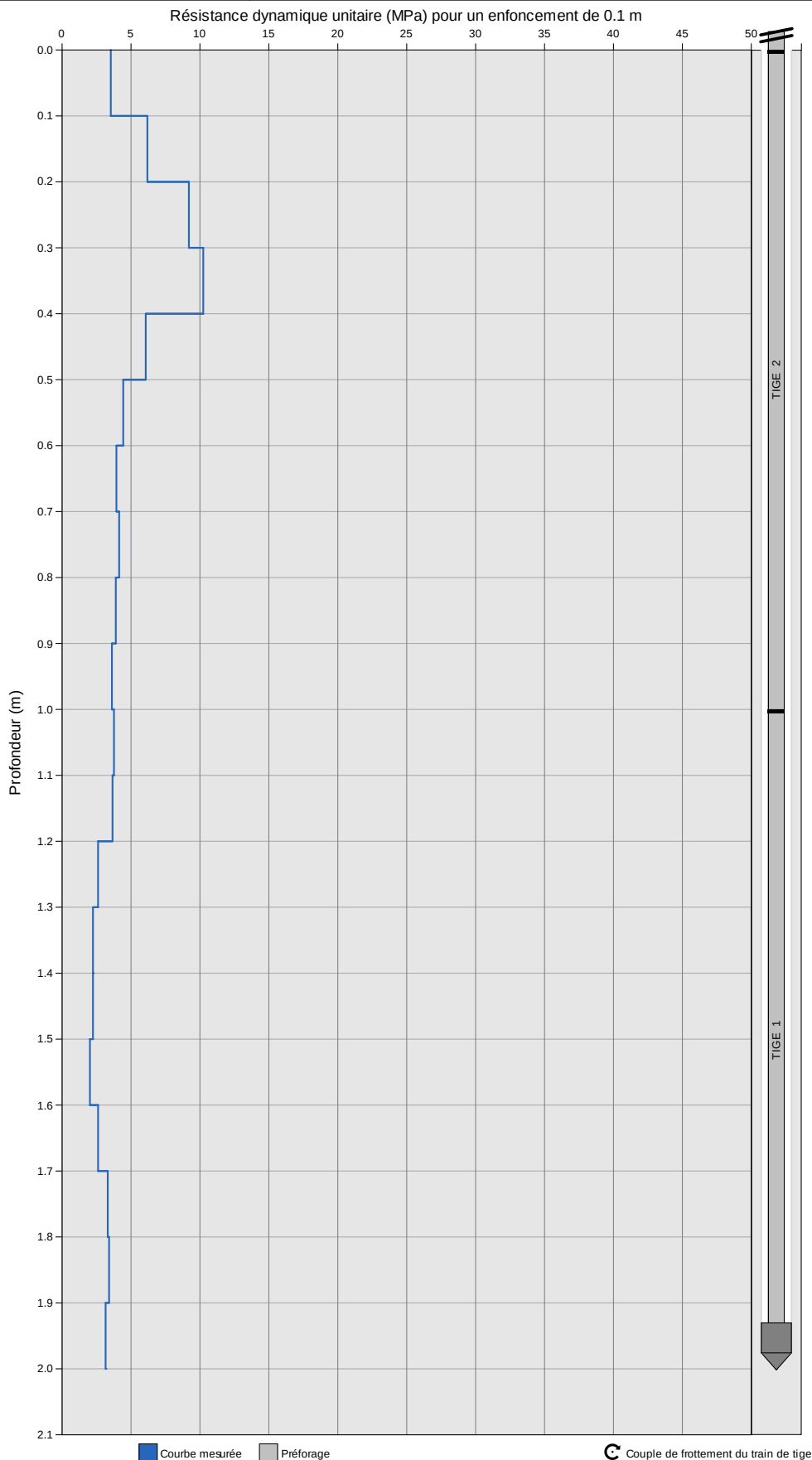
Essai : PE9

Adresse : Chemin de la Carrière - POITIERS (86)
Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 08/04/2026 à 12h56
Réalisé par : SFO
Altitude : 21.62 m

Profondeur visée : 2.000 m
Profondeur atteinte : 2.002 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 44
Nombre de tiges : 3

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
N° Serie : MAP90 N24111
Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MSBOX V1 N8003
Vérifié le : 19/02/2024
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²
Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



Essai : PE10

Adresse : Chemin de la Carrière - POITIERS (86)
Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 08/04/2026 à 14h03
Réalisé par : SFO
Altitude : 22.41 m

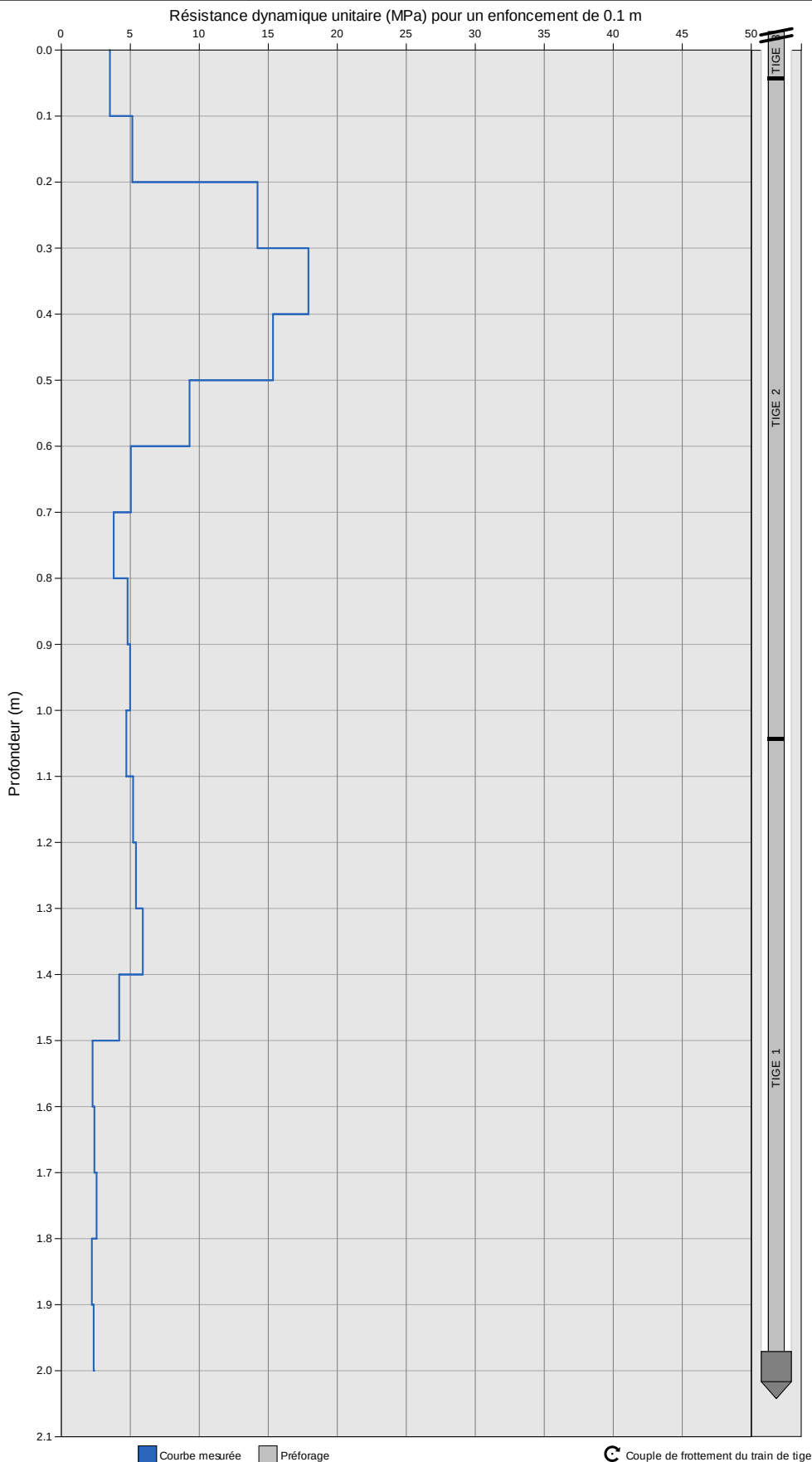
Profondeur visée : 2.000 m
Profondeur atteinte : 2.042 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 63
Nombre de tiges : 3

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
N° Serie : MAP90 N24111
Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MSBOX V1 N8003
Vérifié le : 19/02/2024
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²
Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



Pe10



Essai : PE11

Adresse : Chemin de la Carrière - POITIERS (86)

Type d'ouvrage : Non défini

Réalisé le : 08/04/2026 à 14h11

Réalisé par : SFO

Altitude : 22.50 m

Profondeur visée : 2.000 m

Profondeur atteinte : 2.047 m

Préforage : 0.000 m

Nombre de coups : 91

Nombre de tiges : 3

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL

N° Serie : MAP90 N24111

Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MSBOX V1 N8003

Vérifié le : 19/02/2024

Type d'énergie : CONSTANTE

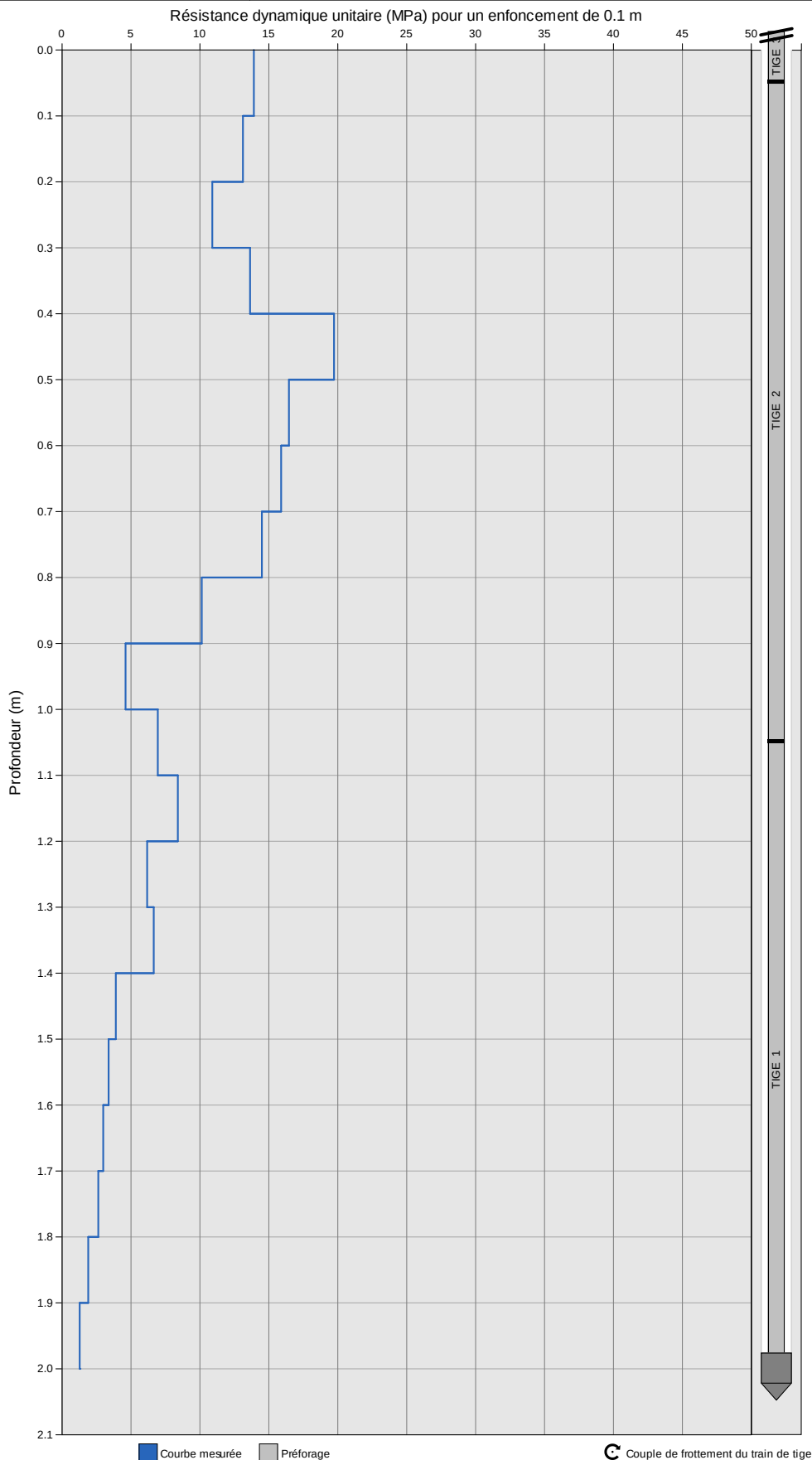
Norme : Non définie

Masse du mouton : 64.000kg

Hauteur de chute : 750mm

Section de pointe : 20.00cm²

Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



Essai : PE12

Adresse : Chemin de la Carrière - POITIERS (86)
Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 08/04/2026 à 14h20
Réalisé par : SFO
Altitude : 22.54 m

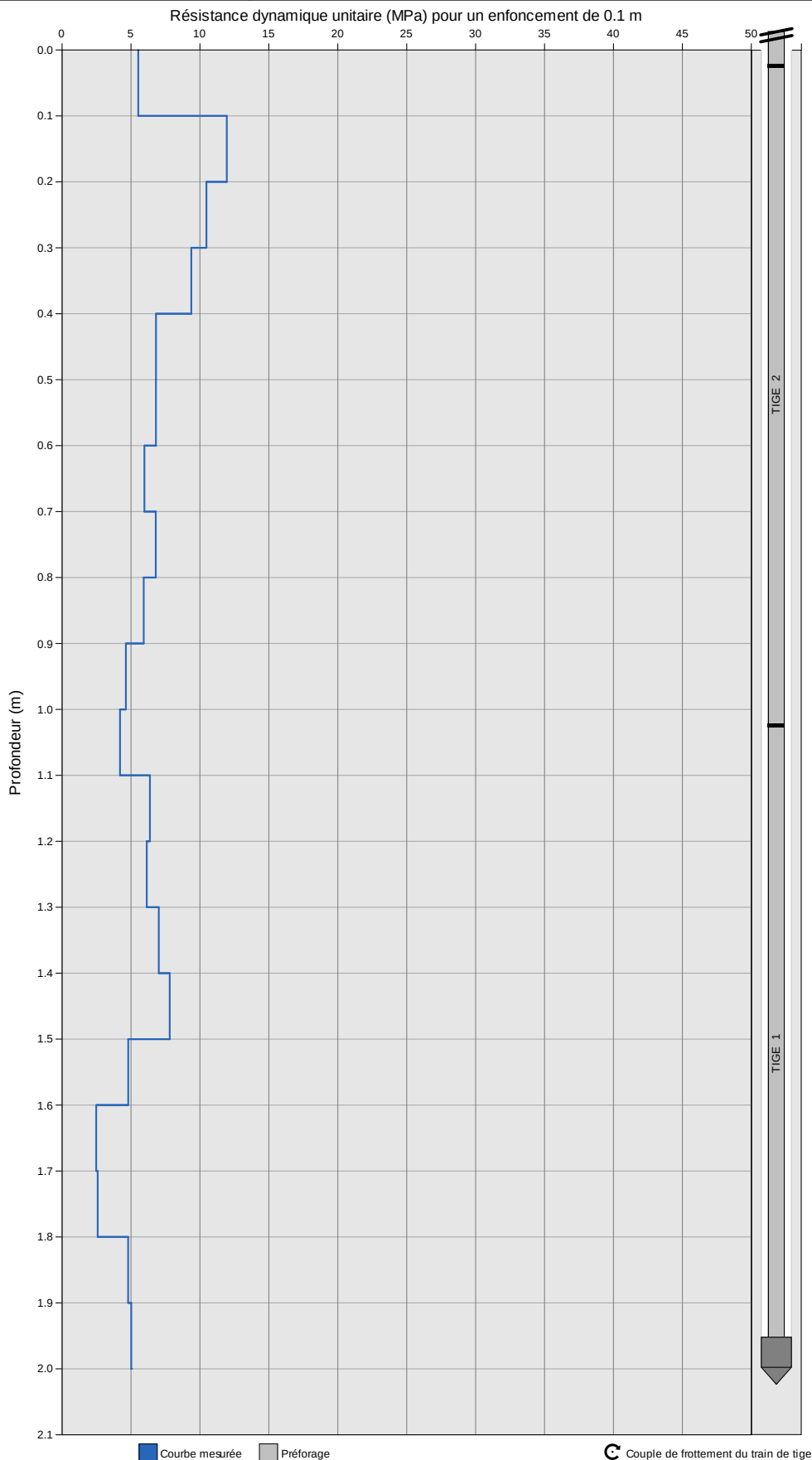
Profondeur visée : 2.000 m
Profondeur atteinte : 2.023 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 66
Nombre de tiges : 3

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
N° Serie : MAP90 N24111
Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MSBOX V1 N8003
Vérifié le : 19/02/2024
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²
Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



Pe12



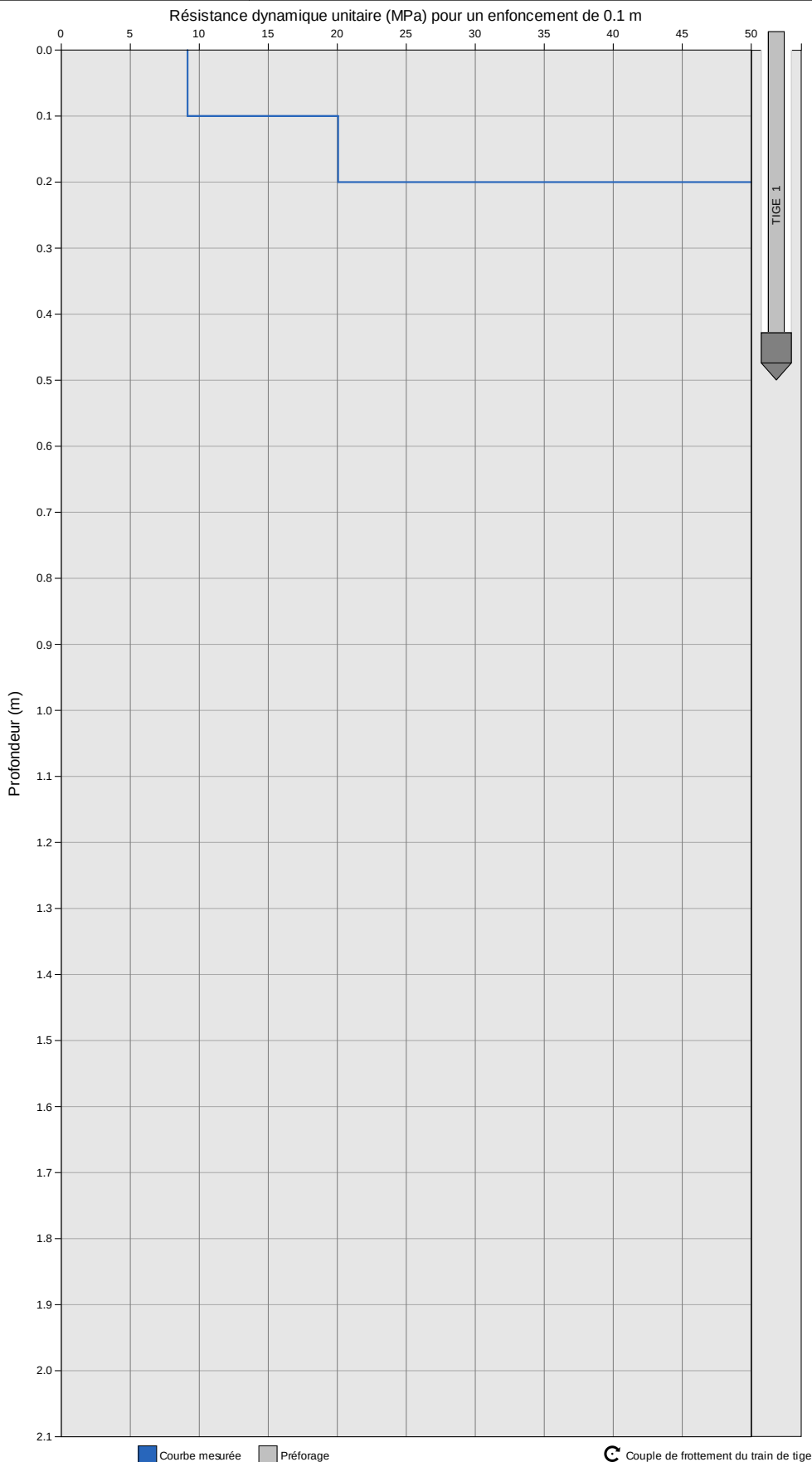
Essai : PE13

Adresse : Chemin de la Carrière - POITIERS (86)
Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 08/04/2026 à 14h30
Réalisé par : SFO
Altitude : 22.61 m

Profondeur visée : 2.000 m
Profondeur atteinte : 0.500 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 148
Nombre de tiges : 1

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
N° Serie : MAP90 N24111
Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MSBOX V1 N8003
Vérifié le : 19/02/2024
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²
Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



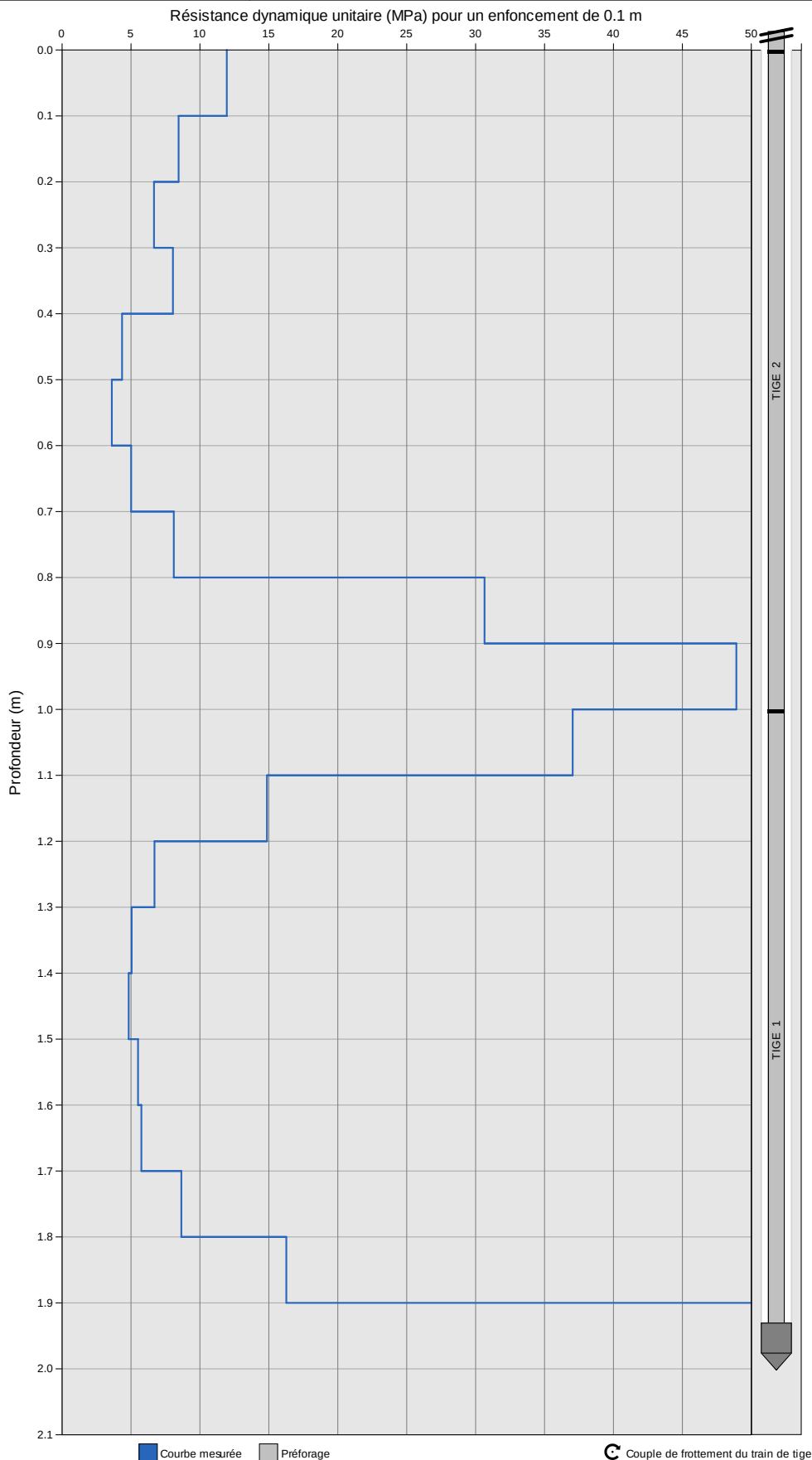
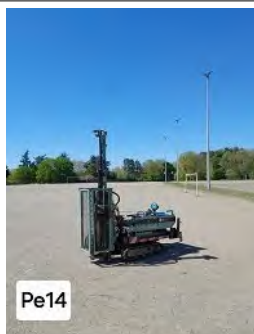
Essai : PE14

Adresse : Chemin de la Carrière - POITIERS (86)
Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 08/04/2026 à 14h39
Réalisé par : SFO
Altitude : 22.55 m

Profondeur visée : 2.000 m
Profondeur atteinte : 2.002 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 194
Nombre de tiges : 3

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
N° Serie : MAP90 N24111
Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MSBOX V1 N8003
Vérifié le : 19/02/2024
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²
Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



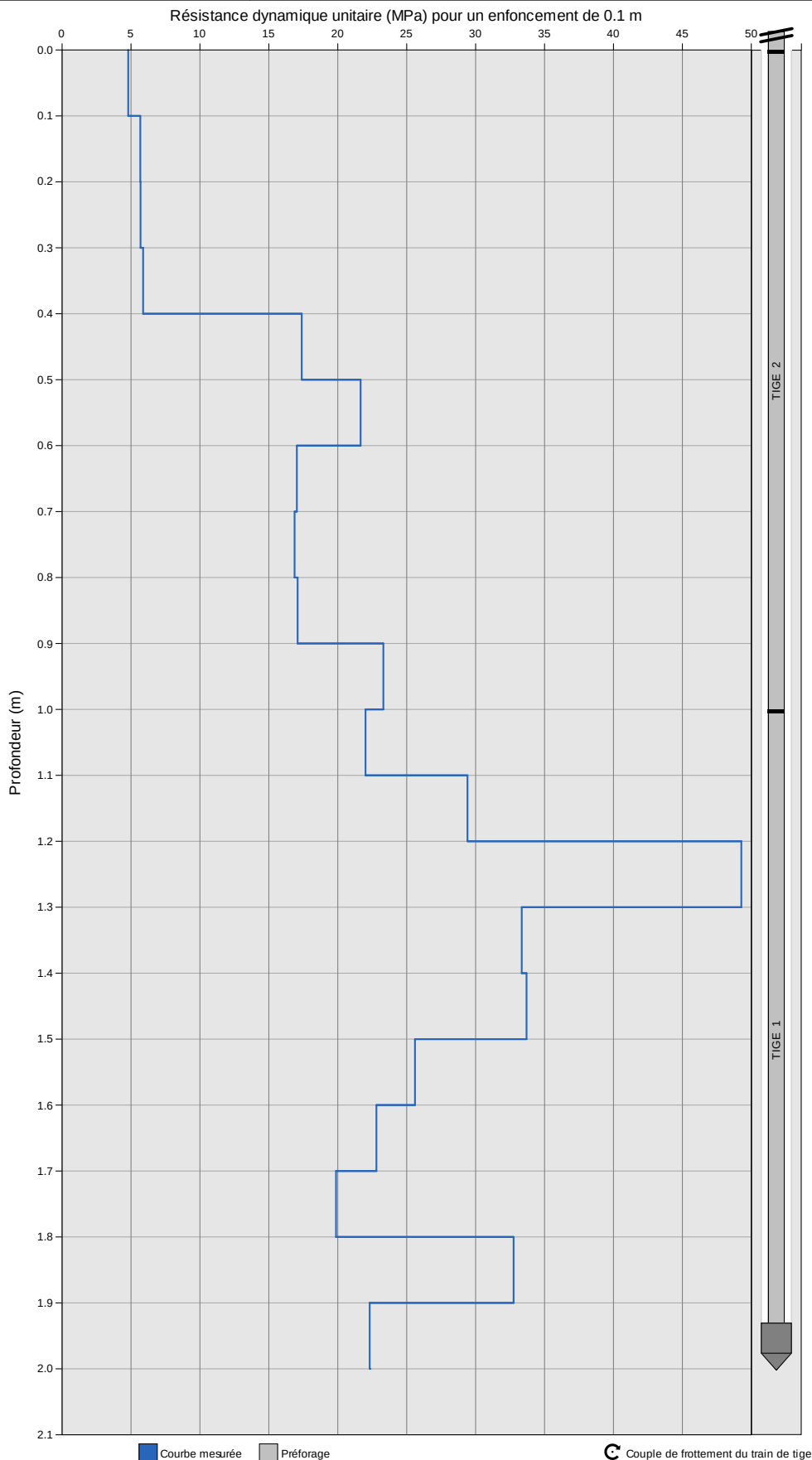
Essai : PE15

Adresse : Chemin de la Carrière - POITIERS (86)
Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 08/04/2026 à 14h57
Réalisé par : SFO
Altitude : 22.54 m

Profondeur visée : 2.000 m
Profondeur atteinte : 2.002 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 228
Nombre de tiges : 3

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
N° Serie : MAP90 N24111
Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MSBOX V1 N8003
Vérifié le : 19/02/2024
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²
Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



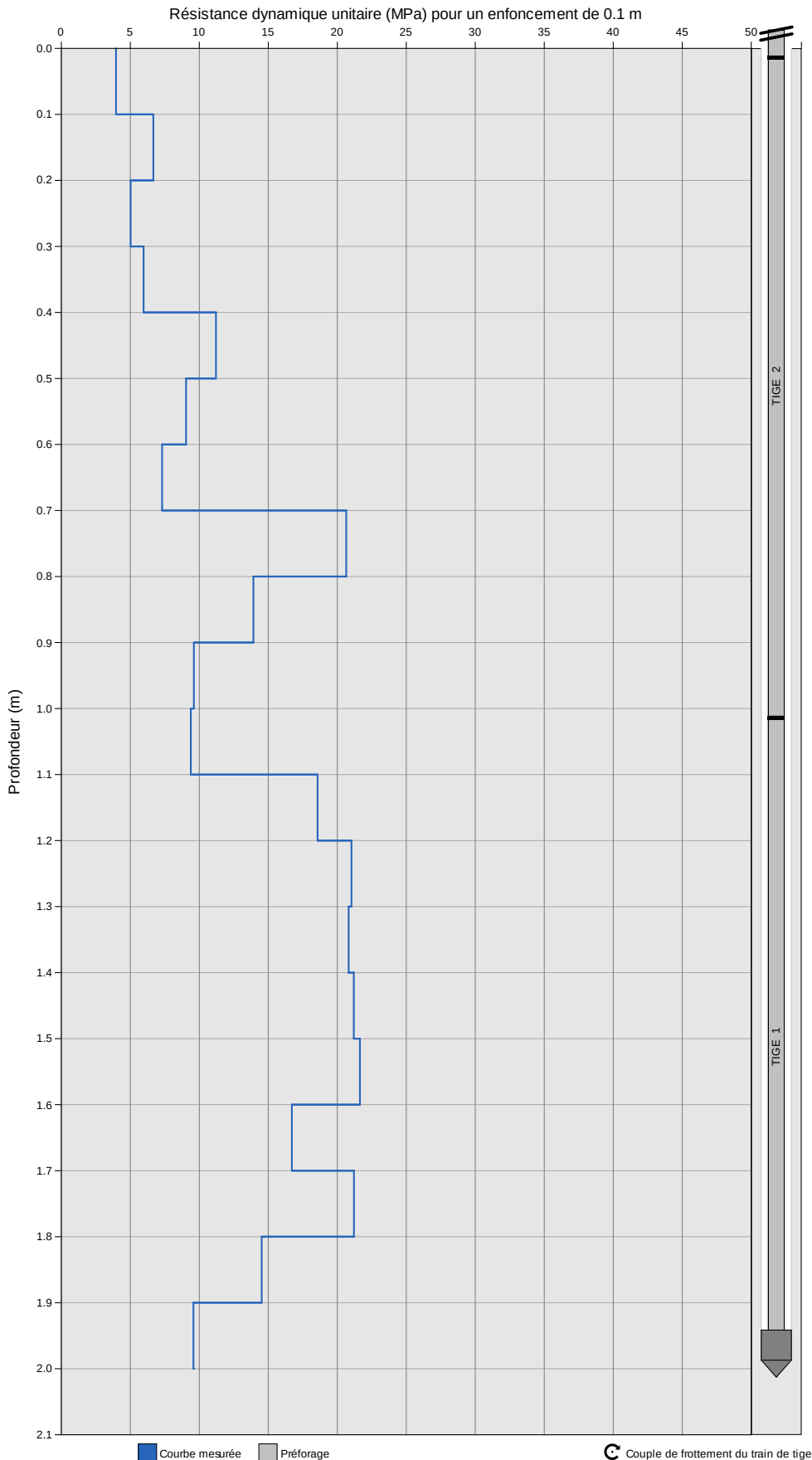
Essai : PE16

Adresse : Chemin de la Carrière - POITIERS (86)
Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 08/04/2026 à 15h21
Réalisé par : SFO
Altitude : 22.03 m

Profondeur visée : 2.000 m
Profondeur atteinte : 2.013 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 143
Nombre de tiges : 3

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
N° Serie : MAP90 N24111
Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MSBOX V1 N8003
Vérifié le : 19/02/2024
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²
Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



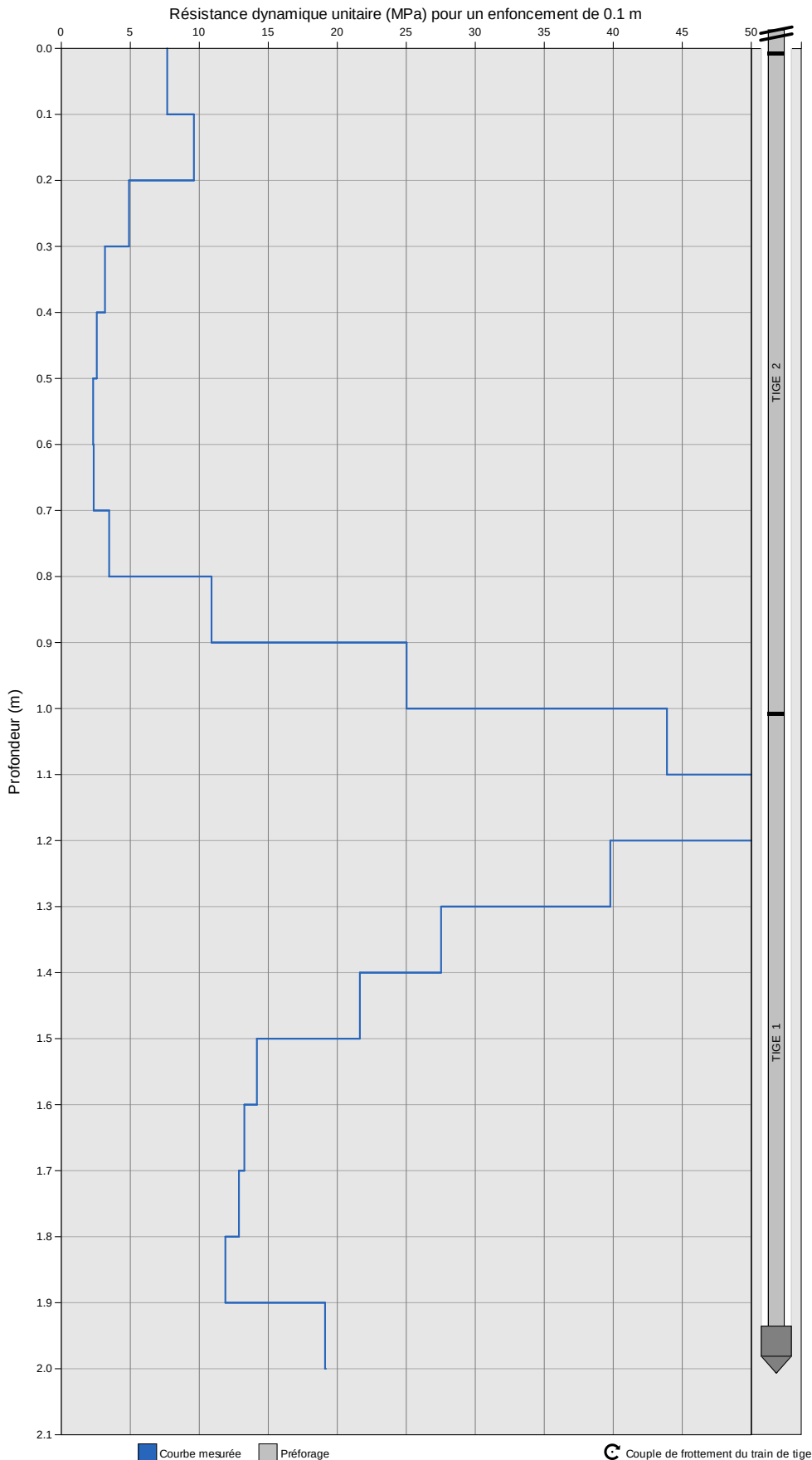
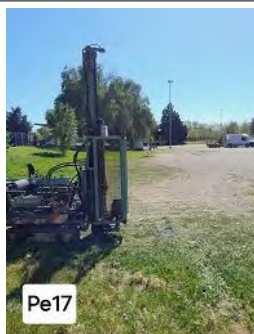
Essai : PE17

Adresse : Chemin de la Carrière - POITIERS (86)
Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 08/04/2026 à 15h36
Réalisé par : SFO
Altitude : 22.63 m

Profondeur visée : 2.000 m
Profondeur atteinte : 2.007 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 177
Nombre de tiges : 3

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
N° Serie : MAP90 N24111
Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MSBOX V1 N8003
Vérifié le : 19/02/2024
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²
Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg



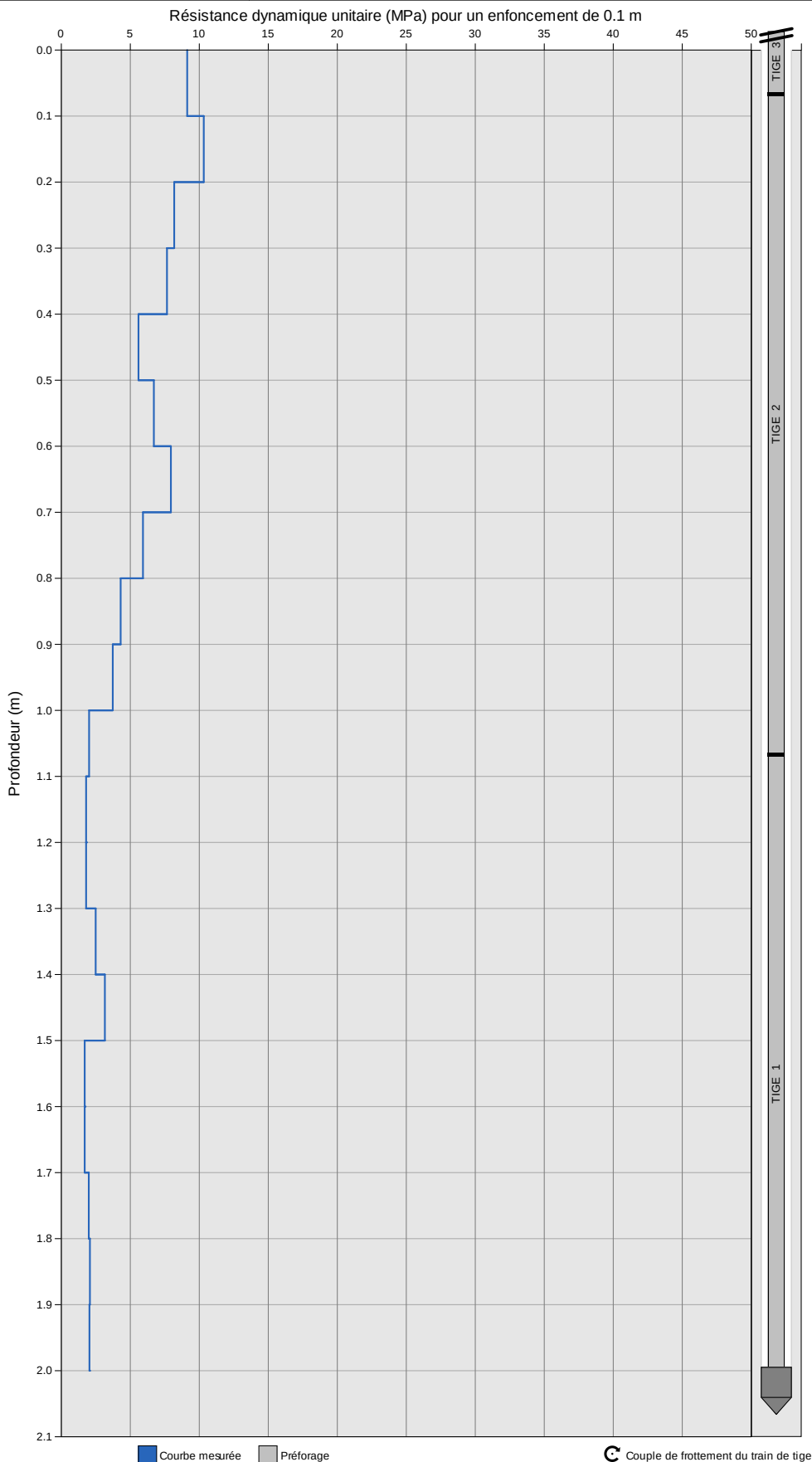
Essai : PE18

Adresse : Chemin de la Carrière - POITIERS (86)
Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 08/04/2026 à 15h50
Réalisé par : SFO
Altitude : 22.49 m

Profondeur visée : 2.000 m
Profondeur atteinte : 2.066 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 47
Nombre de tiges : 3

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
N° Serie : MAP90 N24111
Sys. d'acquisition : MSBOX - N° MSBOX V1 N8003
Vérifié le : 19/02/2024
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²
Tige : Rallonge 100cm , 6.000kg





9.3 Annexe 3 : Essais de laboratoire

Producteur : Laboratoire Terrassement

Client : Université de Poitiers

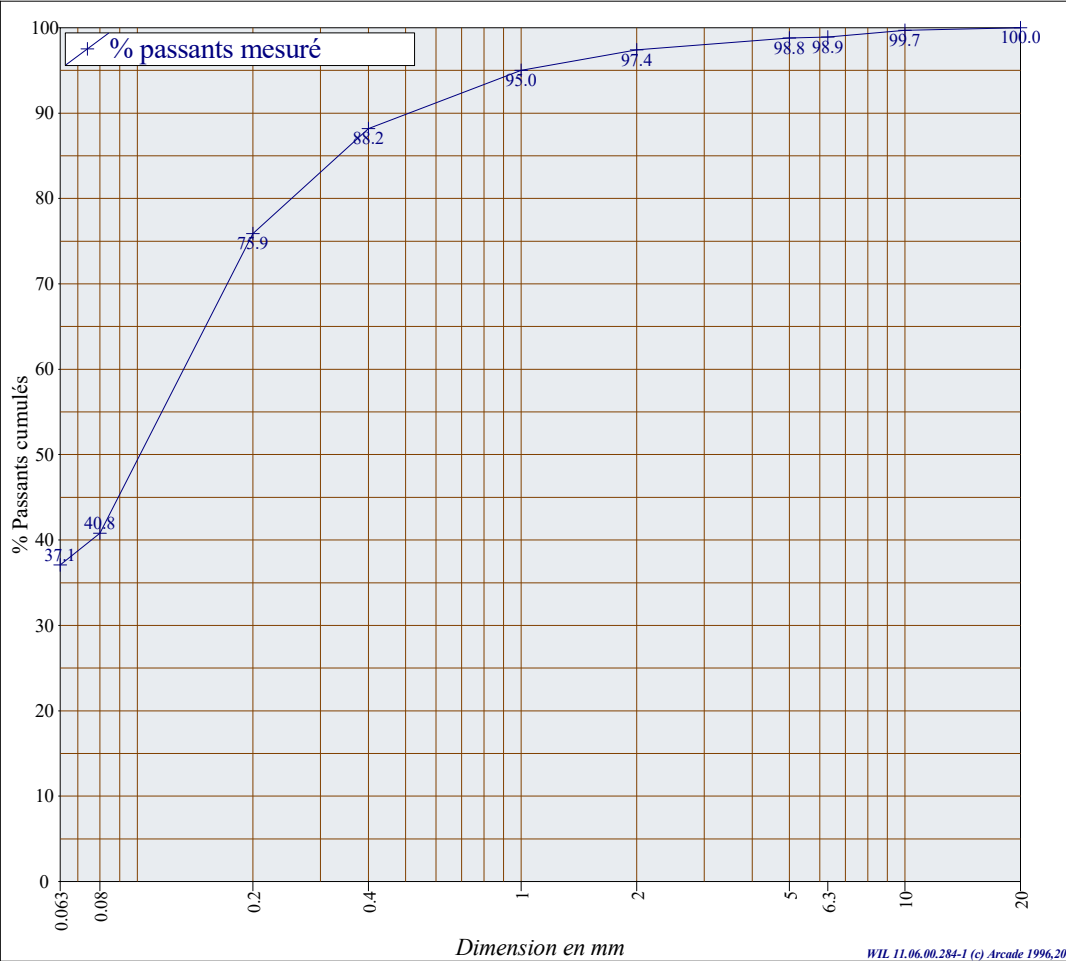
86000 POITIERS

Dossier 2026-0451 : Réfection Stade de Beaulieu - POITIERS (86)

Prélèvement n° C6125023	prélevés le 04/04/2026
Origine	Chantier
Mode	Sondage
Fait par	S. FROUGET
Observations internes	Sable argileux gris/marron - PR3 (1.7 à 3.8 m) (Classification F2 selon GTR 2024)

ESSAIS	Valeur	Norme
Classification GTR (GTR)		GTR
Classification	A2	
Analyse granulométrique par tamisage à sec (Gr)		NF EN ISO 17892-4
Teneur en eau (W)	9.3 %	NF EN ISO 17892-1
Limites d'Atterberg - Limite de Liquidité (WL)	29 %	NF EN ISO 17892-12
Limites d'Atterberg - Limite de plasticité (WP)	16 %	NF EN ISO 17892-12
Indice de plasticité (Ip)	13	NF EN ISO 17892-12

Analyse granulométrique	
Tamis	%tamisat
20.000	100
10.000	100
6.300	99
5.000	99
2.000	97
1.000	95
0.400	88
0.200	76
0.080	40.8
0.063	37.1



le 06/05/26

Technicienne N. LASNET

Responsable de secteur E. AUBERT

Producteur : Laboratoire Terrassement

Client : Université de Poitiers

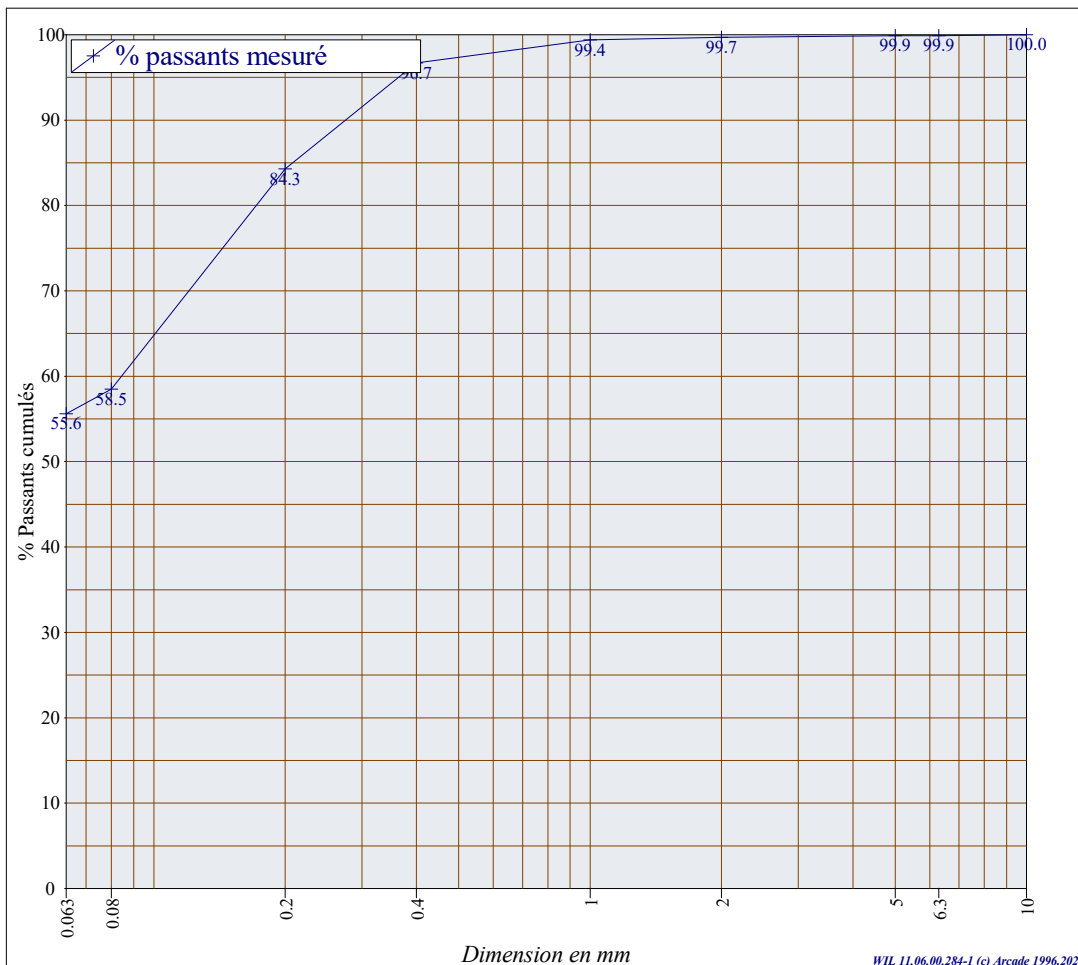
86000 POITIERS

Dossier 2026-0451 : Réfection Stade de Beaulieu - POITIERS (86)

Prélèvement n° C6125022	prélevés le 07/04/2026
Origine	Chantier
Mode	Sondage
Fait par	S. FROUGET
Observations internes	Argile sableuse grise - PR5 (2.5 à 5.0 m) (Classification F3 selon GTR 2026)

ESSAIS	Valeur	Norme
Classification GTR (GTR)		GTR
Classification	A3	
Analyse granulométrique par tamisage à sec (Gr)		NF EN ISO 17892-4
Teneur en eau (W)	17.2 %	NF EN ISO 17892-1
Limites d'Atterberg - Limite de Liquidité (WL)	55 %	NF EN ISO 17892-12
Limites d'Atterberg - Limite de plasticité (WP)	16 %	NF EN ISO 17892-12
Indice de plasticité (Ip)	39	NF EN ISO 17892-12

Analyse granulométrique	
Tamis	%tamisat
10.000	100
6.300	100
5.000	100
2.000	100
1.000	99
0.400	97
0.200	84
0.080	58.5
0.063	55.6



le 05/05/26

Technicien L.GARCON	Responsable de secteur E. AUBERT

Producteur : Laboratoire Terrassement

Client : Université de Poitiers

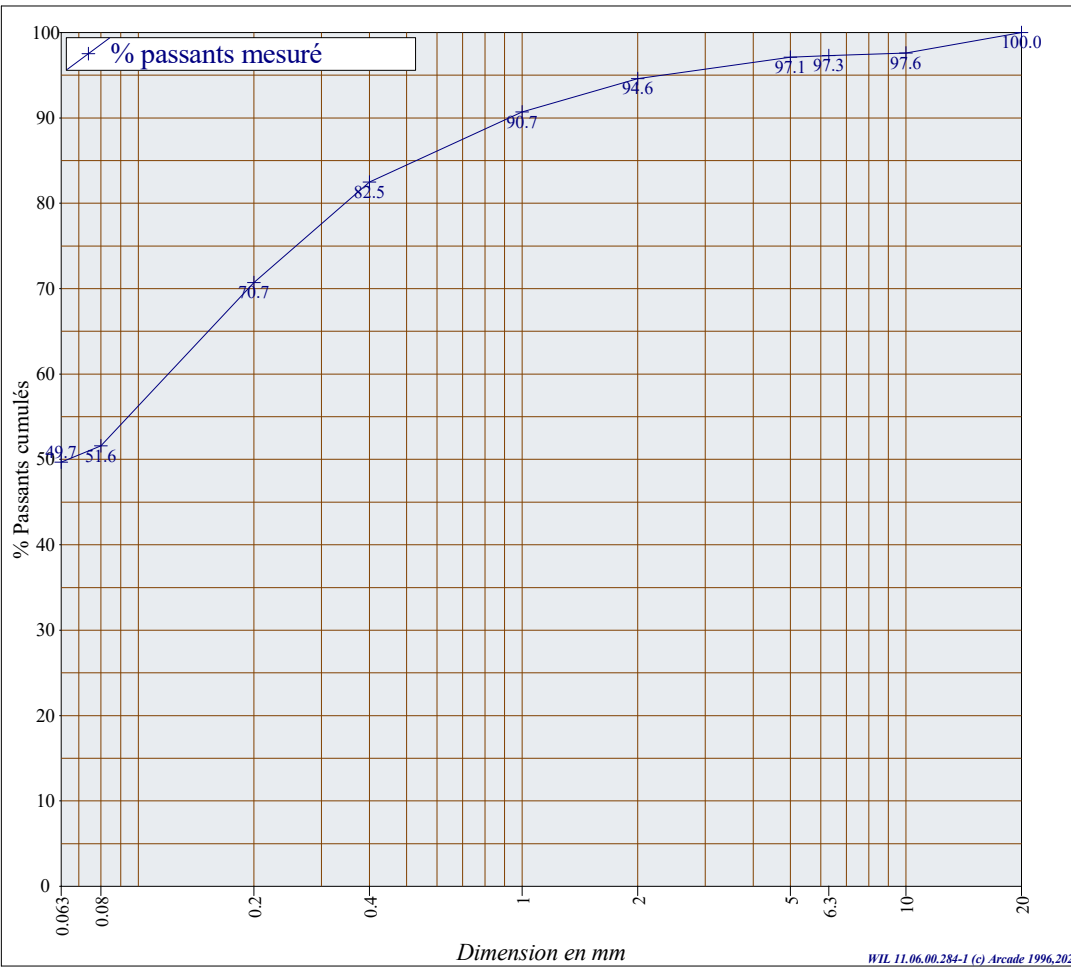
86000 POITIERS

Dossier 2026-0451 : Réfection Stade de Beaulieu - POITIERS (86)

Prélèvement n° C6125052	prélevés le 07/04/2026
Origine	Chantier
Mode	Sondage
Fait par	S.FROUGET
Observations internes	Altération argileuse - TP7 + TP8 (0.10m à 0.70m-1.00m) (Classification F2 selon GTR 2024)

ESSAIS	Valeur	Norme
Classification GTR (GTR)		GTR
Classification	A2	
Etat hydrique	m	
Analyse granulométrique par tamisage à sec (Gr)		NF EN ISO 17892-4
Indice Portant Immédiat (IPI)	9.7	NF P 94-078
Valeur de Bleu d'un Sol (VBS)	3.20	NF EN 17542-3
Teneur en eau (W)	16.9 %	NF EN ISO 17892-1

Analyse granulométrique	
Tamis	%tamisat
20.000	100
10.000	98
6.300	97
5.000	97
2.000	95
1.000	91
0.400	83
0.200	71
0.080	51.6
0.063	49.7



le 05/05/26	Technicien L.GARCON	Responsable de secteur E. AUBERT

Entreprise : Université de Poitiers
Chantier : Réfection Stade de Beaulieu - Poitiers (86)
N° DA : 2026-0451
N° Echantillon : C6125023
Destinataire : B. RAMBAULT
N° BA : MSFS202603018

Origine du matériau : PR3 (1,7 à 3,8 m)
Nature de matériau: Sable argileux gris/marron
Date de prélèvement : du 7 au 10/04/26
Date de l'essai : 29/04/2026
Prélèvement: Client ☐ LCBTP ☒

Analyse Granulométrique par tamisage à sec / par sédimentation

Analyse Granulométrique par tamisage à sec

D max (mm)	1,0
Teneur en eau 0 / D (%)	9,3

Tamis (mm)	Passant (%)
200	
150	
125	
100	
80	
63	
50	
31,5	
20	
10	99,7
6,3	98,9
5	98,8
2	97,4
1	95,0
0,4	88,2
0,2	75,9
0,08	40,8
0,063	37,1

Analyse Granulométrique par sédimentation

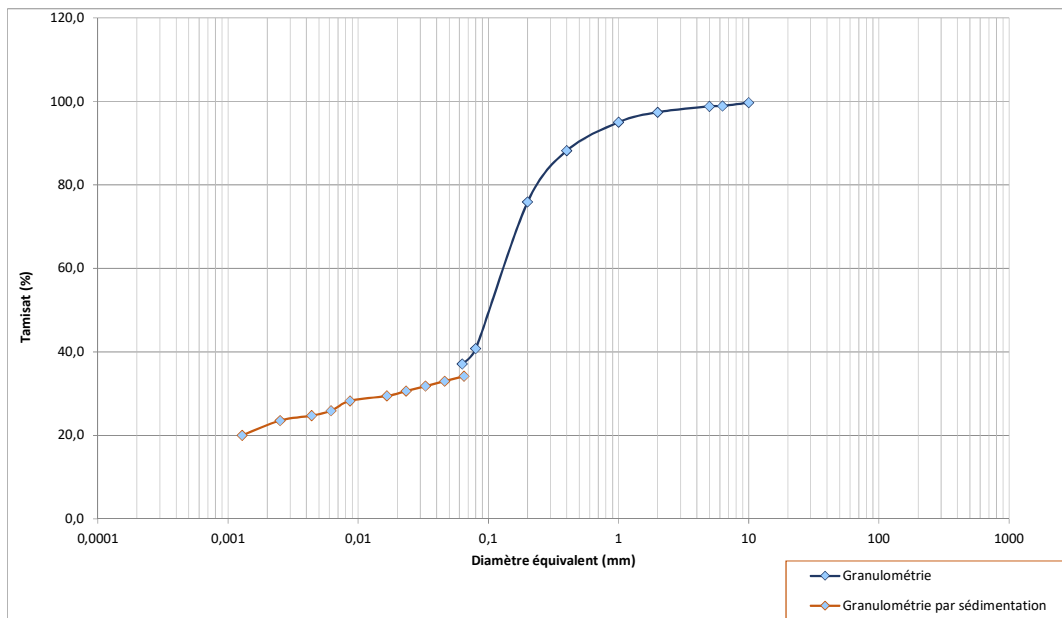
Densimètre		Eprouvette	
N	19 mm	Vs	2000 cm³
h	140 mm	Facteurs correcteurs	
md	43 g	Cm	0,0050
Vd	38 ml		

Masse volumique ps

2700 kg/m³

Temps de lecture (min)	Lecture densimètre R	Température (°C)	P% sur tamis à 63 µm	P' % sur 0/D	Diamètre équivalent (µm)
0,5	1,0175	19,2	92,1	34,2	65,0
1	1,0170	19,2	88,9	33,0	46,2
2	1,0165	19,2	85,8	31,8	32,9
4	1,0160	19,2	82,6	30,6	23,4
8	1,0155	19,2	79,4	29,5	16,6
30	1,0150	19,0	76,2	28,3	8,7
60	1,0140	19,0	69,9	25,9	6,2
120	1,0135	19,1	66,7	24,7	4,4
360	1,0130	20,1	63,5	23,6	2,5
1440	1,0115	19,8	54,0	20,0	1,3

Résultats des essais



Remarques : C2 = 22,5%

1/1	05/05/26	Noémie LASNET Technicien (ne)	Emmanuel AUBERT Responsable secteur Terrassement
Page	Date	Rédigé(e) par	Validé par

Entreprise : Université de Poitiers
 Chantier : Réfection Stade de Beaulieu - Poitiers (86)
 N° DA : 2026-0451
 N° Echantillon : C6125022
 Destinaire : B. RAMBAULT
 N° BA : MSFS202603018

Origine du matériau : PR5 (2,5 à 5,0 m)
 Nature de matériau: Argile sableuse grise
 Date de prélèvement : du 7 au 10/04/26
 Date de l'essai : 29/04/2026
 Prélèvement: Client ☐ LCBTP ☒

Analyse Granulométrique par tamisage à sec / par sédimentation

Analyse Granulométrique par tamisage à sec

D max (mm)	0,4
Teneur en eau 0 / D (%)	17,2

Tamis (mm)	Passant (%)
200	
150	
125	
100	
80	
63	
50	
31,5	
20	
10	100,0
6,3	99,9
5	99,9
2	99,7
1	99,4
0,4	96,7
0,2	84,3
0,08	58,5
0,063	55,6

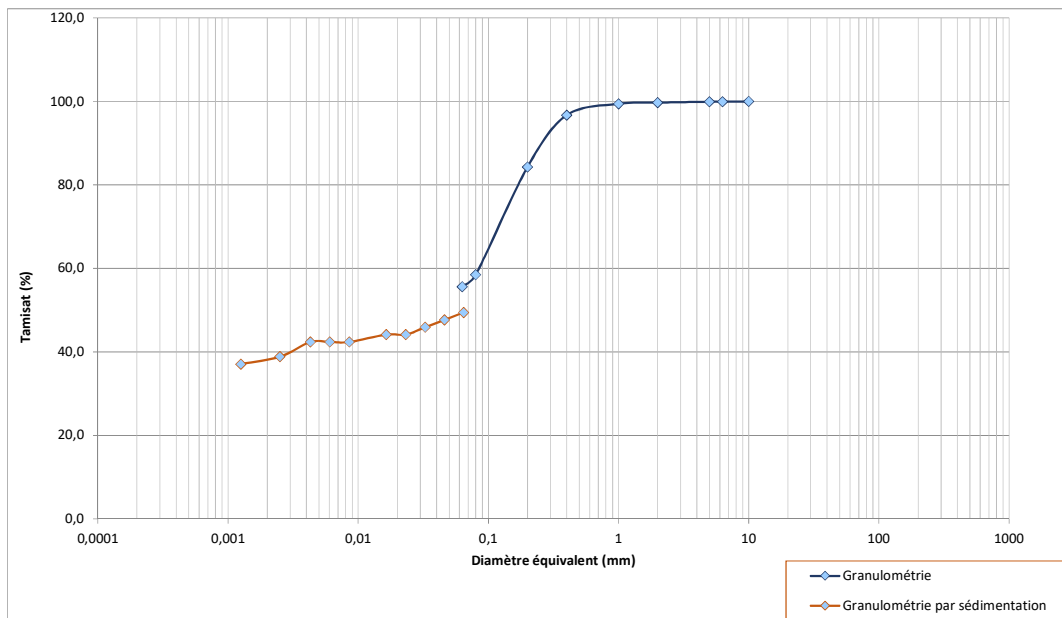
Analyse Granulométrique par sédimentation

Densimètre		Eprouvette	
N	19 mm	Vs	2000 cm³
h	140 mm	Facteurs correcteurs	
md	43 g	Cm	0,0050
Vd	38 ml		

Masse volumique ps
2700 kg/m³

Temps de lecture (min)	Lecture densimètre R	Température (°C)	P% sur tamis à 63 µm	P' % sur 0/D	Diamètre équivalent (µm)
0,5	1,0170	20,1	88,9	49,4	64,7
1	1,0165	20,1	85,8	47,7	46,0
2	1,0160	20,1	82,6	45,9	32,7
4	1,0155	20,1	79,4	44,1	23,3
8	1,0155	20,1	79,4	44,1	16,4
30	1,0150	19,9	76,2	42,4	8,6
60	1,0150	19,8	76,2	42,4	6,1
120	1,0150	19,6	76,2	42,4	4,3
360	1,0140	19,5	69,9	38,9	2,5
1440	1,0135	19,8	66,7	37,1	1,3

Résultats des essais



Remarques : C2 = 38%

1/1	05/05/26	Noémie LASNET Technicien (ne)	Emmanuel AUBERT Responsable secteur Terrassement
Page	Date	Rédigé(e) par	Validé par

Identification de l'affaire

Client : Université de Poitiers
Nom du chantier / Projet : Stade de Beaulieu
Date de prélèvement : 09/04/26
Date de réception : 09/04/26
Dossier d'affaire N° : 2026 0451

Lieu de prélèvement : Stade de beaulieu-POITIERS
Prélèvement réalisé par : SFO
Date de début des essais : 14/04/26
N° BA : MSFS202603018

Contexte normatif

Référence normes	Nom de l'essai
NF EN 206+A2/CN	Béton – Spécification, performance, production et conformité
FD P18-011	Béton – Définition et classification des environnements chimiquement agressifs

Critères de vérification

L'analyse des caractéristiques chimiques (sulfates et acidité Baumann-Gully) permet de classer chimiquement l'environnement en fonction des valeurs limites mentionnées dans le tableau ci-dessous :

Caractéristiques chimiques	Classe XA1	Classe XA2	Classe XA3
Teneur en sulfates (mg/kg)	$\geq 2\,000$ et $\leq 3\,000^*$	$> 3\,000^*$ et $\leq 12\,000$	$> 12\,000$ et $\leq 24\,000$
Degré d'acidité Baumann Gully (ml/kg)	> 200	N'est pas rencontré dans la pratique	

*La limite doit être ramenée de 3 000 mg/kg à 2 000 mg/kg, en cas de risque d'accumulation d'ions sulfates dans le béton due à l'alternance de périodes sèches et de périodes humides, ou par remontée capillaire.

Lorsqu'au moins deux caractéristiques agressives conduisent à une même classe d'agressivité, l'environnement doit être classé dans la classe immédiatement supérieure, sauf si une étude spécifique démontre que ce n'est pas nécessaire.

Résultats

Echantillons						
Point de prélèvement		PR3				
Nature		SOL				
N° Echantillon		C6100006				
Caractéristiques chimiques	Méthodes	Résultats				Unités
Teneur en sulfates	NF EN 196-2 § 4.4.2	1070				mg/kg
Degré d'acidité Baumann Gully	NF EN 16502	< 20				ml/kg
Classe d'agressivité		Non agressif				

Conclusion

Les analyses effectuées sur le sol n'imposent pas de contrainte sur la classe d'exposition des bétons vis-à-vis de l'agressivité chimique du sol.

Traçabilité des essais

Version	Date	Validé par	Objet de la modification	Destinataires
1	05/05/2026	H.PAULUS	1 ^{ère} diffusion	
2				

Observations

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 1 page.
Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Entreprise : Université de Poitiers

Chantier : Réfection Stade de Beaulieu - Poitiers (86)

Destinataire : B. RAMBAULT

N° DA : 2026-0451

N° BA : MSFS202603018

N° échantillon : C6125023

Origine du matériau : PR3 (1,7 à 3,8 m)

Nature du matériau : Sable argileux gris/marron

Date de prélèvement du 7 au 10/04/26

Date de l'essai : 04/05/2026

Prélèvement : Laboratoire CBTP ■

Client ☐

Teneur en eau initiale	9,3 %
Passant à 0,40 mm	88,2 %

Mode de préparation : Etat naturel ☐ Tamisage par voie humide ■

DETERMINATION DE LA LIMITE DE PLASTICITE AU ROULEAU

	1er essai	2ème essai
Teneur en eau W%	16,0	15,6
Limite de plasticité WP = Moyenne des teneurs en eau	16	

DETERMINATION DE LA LIMITE DE LIQUIDITE - METHODE DU CÔNE DE PENETRATION

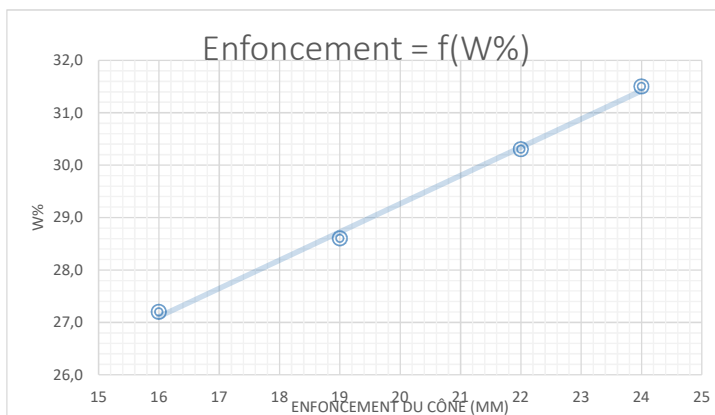
	1er essai	2ème essai	3ème essai	4ème essai
Enfoncement du cône (mm)	16,0	19,0	22,0	24,0
Teneur en eau W%	27,2	28,6	30,3	31,5
Limite de liquidité WL = Teneur en eau correspondant à un enfoncement de 20 mm du cône	29			

Type de cône : 80g/30°

Variation de la teneur en eau :

Croissante ■

Décroissante ☐



CONCLUSION :

INDICE DE PLASTICITE - IP

Classification GTR	A2 - F2	IP = WL - WP	13
---------------------------	----------------	---------------------	-----------

1/1	Noémie LASNET	Emmanuel AUBERT
Page		
05/05/2026	Technicien	Responsable Laboratoire Géotechnique
Date	Rédigé par	Validé par

Entreprise : Université de Poitiers

Origine du matériau : PR5 (2,5 à 5,0 m)

Chantier : Réfection Stade de Beaulieu - Poitiers (86)

Nature du matériau : Argile sableuse grise

Destinataire : B. RAMBAULT

Date de prélèvement du 7 au 10/04/26

N° DA : 2026-0451

Date de l'essai : 04/05/2026

N° BA : MSFS202603018

Prélèvement : Laboratoire CBTP ■

Client ☐

N° échantillon : C6125022

Teneur en eau initiale	17,2 %
Passant à 0,40 mm	96,7 %

Mode de préparation : Etat naturel ☐ Tamisage par voie humide ■

DETERMINATION DE LA LIMITE DE PLASTICITE AU ROULEAU

	1er essai	2ème essai
Teneur en eau W%	16,1	16,5
Limite de plasticité WP = Moyenne des teneurs en eau	16	

DETERMINATION DE LA LIMITE DE LIQUIDITE - METHODE DU CÔNE DE PENETRATION

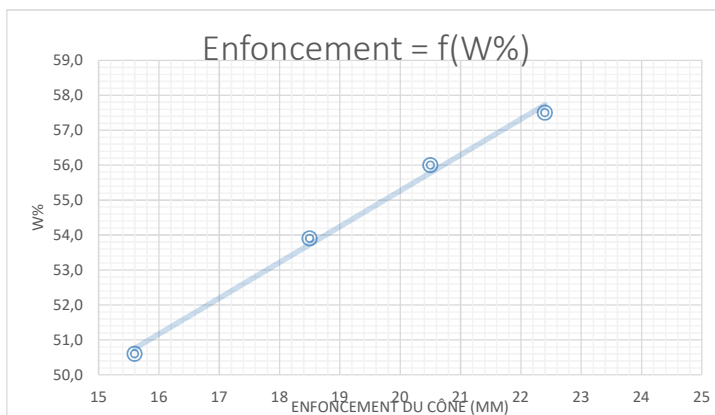
	1er essai	2ème essai	3ème essai	4ème essai
Enfoncement du cône (mm)	15,6	18,5	20,5	22,4
Teneur en eau W%	50,6	53,9	56,0	57,5
Limite de liquidité WL = Teneur en eau correspondant à un enfoncement de 20 mm du cône	55			

Type de cône : 80g/30°

Variation de la teneur en eau :

Croissante ■

Décroissante ☐



CONCLUSION :

INDICE DE PLASTICITE - IP

Classification GTR	A3 - F3	IP = WL - WP	39
---------------------------	----------------	---------------------	-----------

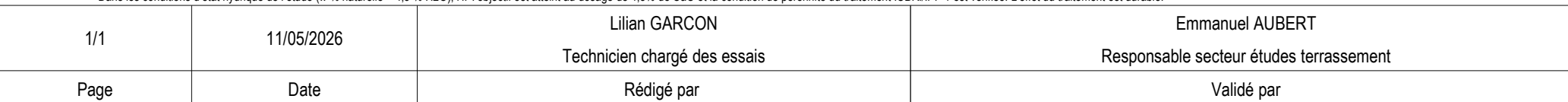
1/1	Noémie LASNET	Emmanuel AUBERT
Page		
05/05/2026	Technicien	Responsable Laboratoire Géotechnique
Date	Rédigé par	Validé par

Date du prélèvement : 10/04/2026

Prélèvement : Client ☐

Nature du traitement : Chaux aérienne calcaïque vive CL90

Date confection	07/05/2026
Date essais	11/05/2026





9.4 Annexe 4 : Calculs FOXTA (*Fondations*)

Données

Titre du projet : Poitiers

Numéro d'affaire : DA 2026 0451

Commentaires : N/A

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,10

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 2,50

Cote du TN initial Zini (m) : 21,39

Cote du TN final Zfin (m) : 21,39

Cote de base fondation Zd (m) : 20,19

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement frottant

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 18,0

Terrain et profil pressiométrique

No	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Couverture		20,89	500,00	4700,00	0,50
2	Argile		18,39	700,00	6700,00	0,50
3	Argile marneuse		15,00	900,00	9100,00	0,50

Cas de charge

N°	Qv,d	Qh,d	MB,d	ML,d	Combinaison
1	285,0	5,0	60,0	0,0	ELS-Caractéristiques

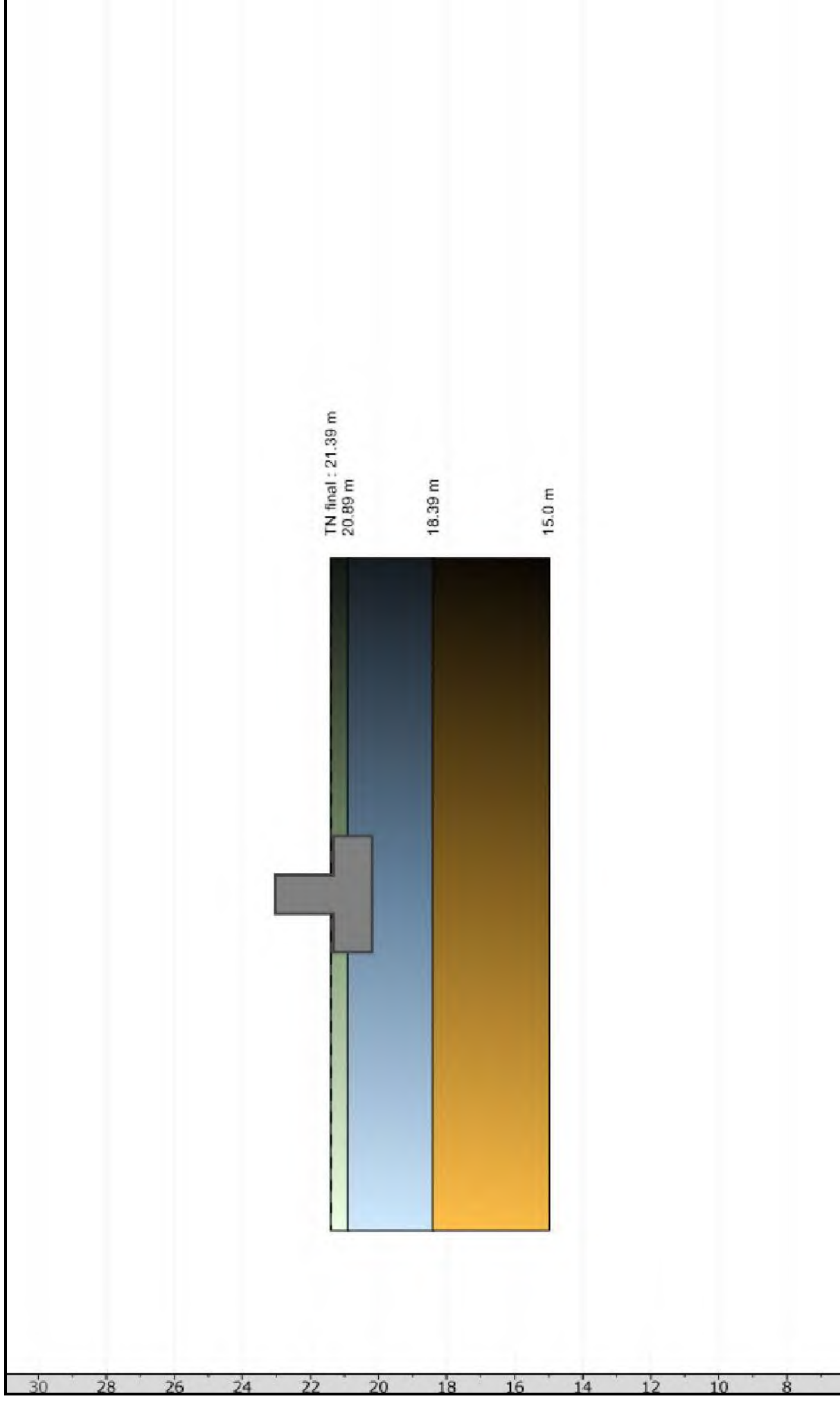


FoXta v3
v3.3.6

Imprimé le : 12/05/2026 - 11:03:47
Calcul réalisé par : LABORATOIRE CBTP

Projet : PR1
Module : Fondsup

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\TEMP\MAXIME~4\42\Terrasol\FoXta v3\363748\temp[FS].resu

Calcul réalisé le : 12/05/2026 à 11h03
par : LABORATOIRE CBTP

Paramètres de calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon la norme NF P 94 261 - EC7
- profils de pl* et EM définis par couche

Base de la fondation Zd 20.19

Toit du terrain initial Zini 21.39

Toit du terrain final Zfin 21.39

Fondation rectangulaire :

largeur B 2.50

longueur L 2.50

Caractéristiques du sol (données utilisateur)

Classe du sol de fondation : Argiles et limons

Type de comportement : parfaitement frottant

Poids volumique moyen du sol au dessus de Zd 18.00

Coefficient rheologique du sol de fondation 0.50

Couche	base	pl*	EM
01	20.89	500.00	4700.00
02	18.39	700.00	6700.00
03	15.00	900.00	9100.00

Discrétisation des couches (Paramètres du calcul)

Pas du calcul 0.10

couche	point	cote	pl*	EM
01	1	21.39	500.00	4700.00
01	2	21.29	500.00	4700.00
01	3	21.19	500.00	4700.00
01	4	21.09	500.00	4700.00
01	5	20.99	500.00	4700.00
01	6	20.89	500.00	4700.00
01	7	20.89	500.00	4700.00
02	8	20.89	700.00	6700.00
02	9	20.79	700.00	6700.00
02	10	20.69	700.00	6700.00
02	11	20.59	700.00	6700.00
02	12	20.49	700.00	6700.00
02	13	20.39	700.00	6700.00
02	14	20.29	700.00	6700.00
02	15	20.19	700.00	6700.00
02	16	20.09	700.00	6700.00
02	17	19.99	700.00	6700.00
02	18	19.89	700.00	6700.00
02	19	19.79	700.00	6700.00
02	20	19.69	700.00	6700.00
02	21	19.59	700.00	6700.00
02	22	19.49	700.00	6700.00
02	23	19.39	700.00	6700.00
02	24	19.29	700.00	6700.00
02	25	19.19	700.00	6700.00
02	26	19.09	700.00	6700.00
02	27	18.99	700.00	6700.00
02	28	18.89	700.00	6700.00
02	29	18.79	700.00	6700.00
02	30	18.69	700.00	6700.00

02	31	18.59	700.00	6700.00
02	32	18.49	700.00	6700.00
02	33	18.39	700.00	6700.00
02	34	18.39	700.00	6700.00
03	35	18.39	900.00	9100.00
03	36	18.29	900.00	9100.00
03	37	18.19	900.00	9100.00
03	38	18.09	900.00	9100.00
03	39	17.99	900.00	9100.00
03	40	17.89	900.00	9100.00
03	41	17.79	900.00	9100.00
03	42	17.69	900.00	9100.00
03	43	17.59	900.00	9100.00
03	44	17.49	900.00	9100.00
03	45	17.39	900.00	9100.00
03	46	17.29	900.00	9100.00
03	47	17.19	900.00	9100.00
03	48	17.09	900.00	9100.00
03	49	16.99	900.00	9100.00
03	50	16.89	900.00	9100.00
03	51	16.79	900.00	9100.00
03	52	16.69	900.00	9100.00
03	53	16.59	900.00	9100.00
03	54	16.49	900.00	9100.00
03	55	16.39	900.00	9100.00
03	56	16.29	900.00	9100.00
03	57	16.19	900.00	9100.00
03	58	16.09	900.00	9100.00
03	59	15.99	900.00	9100.00
03	60	15.89	900.00	9100.00
03	61	15.79	900.00	9100.00
03	62	15.69	900.00	9100.00
03	63	15.59	900.00	9100.00
03	64	15.49	900.00	9100.00
03	65	15.39	900.00	9100.00
03	66	15.29	900.00	9100.00
03	67	15.19	900.00	9100.00
03	68	15.09	900.00	9100.00
03	69	15.00	900.00	9100.00

RESULTATS DU CALCUL

Valeurs valables pour tous les cas de charge :

Hauteur d'encastrement equivalente De	0.93
Facteur de portance kp	0.93

=====
Cas de charge n° : 001 - Combinaison ELS-CARAC
=====

Charge verticale V,d	285.00
Charge horizontale H,d	5.00
Moment Mb,d	60.00
Moment Ml,d	0.00

PORTANCE ET RENVERSEMENT

Excentricité de la charge selon B	0.21
Excentricité de la charge selon L	0.00
Surface d'assise effective A'	5.20

Pression limite équiv. Ple	797.72
Hauteur de calcul Hr	3.75

Coefficient réducteur idb	0.96
---------------------------	------

Contrainte initiale q0	21.60
Contrainte ultime nette qu	715.10

Facteur de pondération global F	2.76
---------------------------------	------

Résultante de la contrainte intiale sous la fondation R0	135.00
---	--------



FoXta v3
v3.3.6

Imprimé le : 12/05/2026 - 11:03:48
Calcul réalisé par : LABORATOIRE CBTP
Projet : PR1
Module : Fondsup

Valeur de calcul de l'effort de
résistance nette du terrain $R_{v,d}$ 1346.61

Portance : $V_{d} - R_0 < R_{v,d}$ => OK!
Excentricité : Surface comprimée > 75% => OK!

Données

Titre du projet : Poitiers

Numéro d'affaire : DA 2026 0451

Commentaires : N/A

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,10

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 2,50

Cote du TN initial Zini (m) : 22,49

Cote du TN final Zfin (m) : 22,49

Cote de base fondation Zd (m) : 21,09

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement frottant

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 18,0

Terrain et profil pressiométrique

No	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Couverture		21,29	500,00	4700,00	0,50
2	Argile		20,79	700,00	6700,00	0,50
3	Sable		17,69	1500,00	16900,00	0,50
4	Calcaire		16,00	2800,00	49100,00	0,50

Cas de charge

N°	Qv,d	Qh,d	MB,d	ML,d	Combinaison
1	285,0	5,0	60,0	0,0	ELS-Caractéristiques

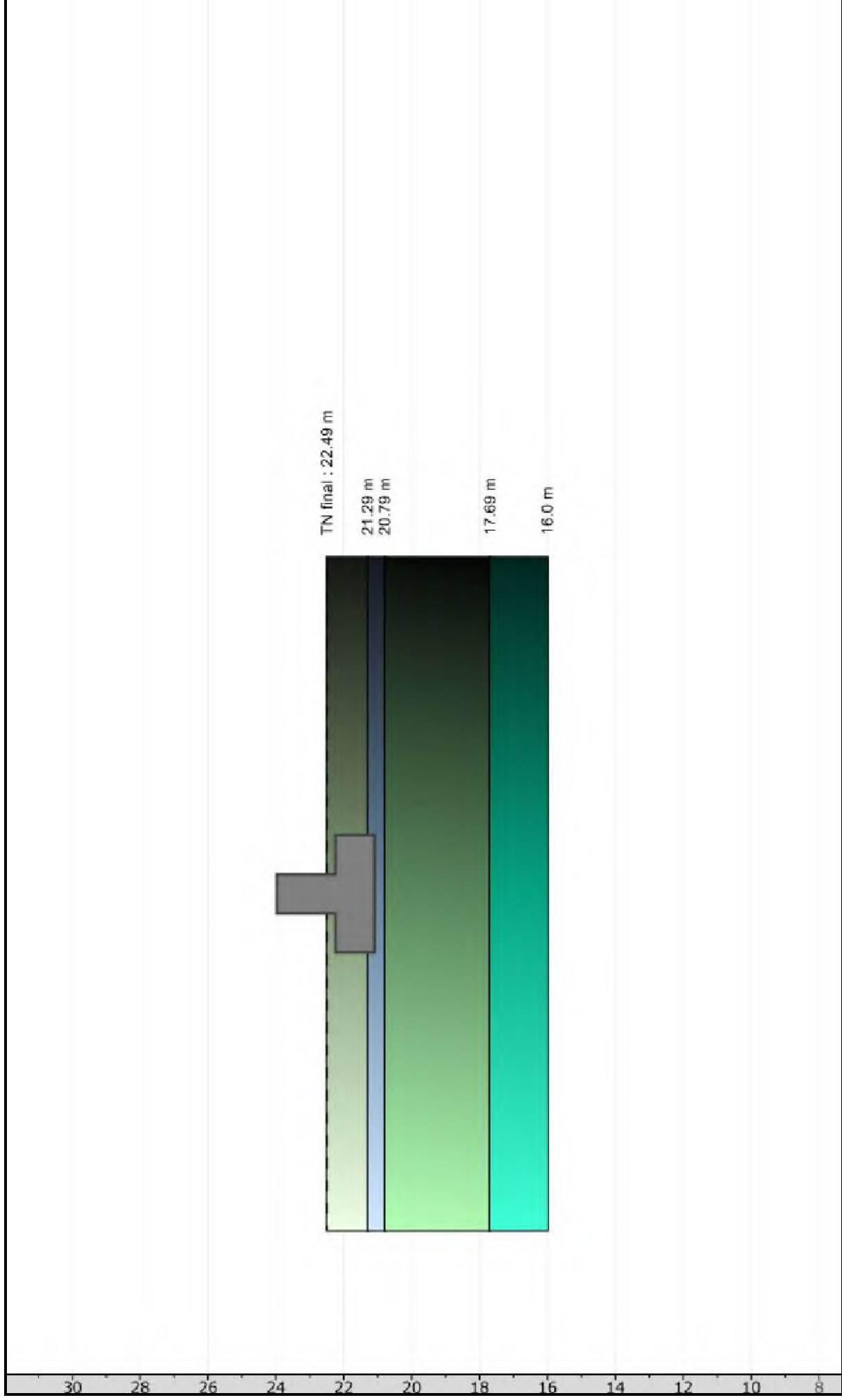


FoXta v3
v3.3.6

Imprimé le : 12/05/2026 - 11:04:24
Calcul réalisé par : LABORATOIRE CBTP

Projet : PR3
Module : Fondsup

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\TEMP\MAXIME~4\42\Terrasol\FoXta v3\378508\temp[FS].resu

Calcul réalisé le : 12/05/2026 à 11h04
par : LABORATOIRE CBTP

Paramètres de calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon la norme NF P 94 261 - EC7
- profils de pl* et EM définis par couche

Base de la fondation Zd 21.09

Toit du terrain initial Zini 22.49
Toit du terrain final Zfin 22.49

Fondation rectangulaire :
largeur B 2.50
longueur L 2.50

Caractéristiques du sol (données utilisateur)

Classe du sol de fondation : Argiles et limons
Type de comportement : parfaitement frottant

Poids volumique moyen du sol au dessus de Zd 18.00
Coefficient rheologique du sol de fondation 0.50

Couche	base	pl*	EM
01	21.29	500.00	4700.00
02	20.79	700.00	6700.00
03	17.69	1500.00	16900.00
04	16.00	2800.00	49100.00

Discretisation des couches (Paramètres du calcul)

Pas du calcul 0.10

couche	point	cote	pl*	EM
01	1	22.49	500.00	4700.00
01	2	22.39	500.00	4700.00
01	3	22.29	500.00	4700.00
01	4	22.19	500.00	4700.00
01	5	22.09	500.00	4700.00
01	6	21.99	500.00	4700.00
01	7	21.89	500.00	4700.00
01	8	21.79	500.00	4700.00
01	9	21.69	500.00	4700.00
01	10	21.59	500.00	4700.00
01	11	21.49	500.00	4700.00
01	12	21.39	500.00	4700.00
01	13	21.29	500.00	4700.00
02	14	21.29	700.00	6700.00
02	15	21.19	700.00	6700.00
02	16	21.09	700.00	6700.00
02	17	20.99	700.00	6700.00
02	18	20.89	700.00	6700.00
02	19	20.79	700.00	6700.00
02	20	20.79	700.00	6700.00
03	21	20.79	1500.00	16900.00
03	22	20.69	1500.00	16900.00
03	23	20.59	1500.00	16900.00
03	24	20.49	1500.00	16900.00
03	25	20.39	1500.00	16900.00
03	26	20.29	1500.00	16900.00
03	27	20.19	1500.00	16900.00
03	28	20.09	1500.00	16900.00
03	29	19.99	1500.00	16900.00

03	30	19.89	1500.00	16900.00
03	31	19.79	1500.00	16900.00
03	32	19.69	1500.00	16900.00
03	33	19.59	1500.00	16900.00
03	34	19.49	1500.00	16900.00
03	35	19.39	1500.00	16900.00
03	36	19.29	1500.00	16900.00
03	37	19.19	1500.00	16900.00
03	38	19.09	1500.00	16900.00
03	39	18.99	1500.00	16900.00
03	40	18.89	1500.00	16900.00
03	41	18.79	1500.00	16900.00
03	42	18.69	1500.00	16900.00
03	43	18.59	1500.00	16900.00
03	44	18.49	1500.00	16900.00
03	45	18.39	1500.00	16900.00
03	46	18.29	1500.00	16900.00
03	47	18.19	1500.00	16900.00
03	48	18.09	1500.00	16900.00
03	49	17.99	1500.00	16900.00
03	50	17.89	1500.00	16900.00
03	51	17.79	1500.00	16900.00
03	52	17.69	1500.00	16900.00
04	53	17.69	2800.00	49100.00
04	54	17.59	2800.00	49100.00
04	55	17.49	2800.00	49100.00
04	56	17.39	2800.00	49100.00
04	57	17.29	2800.00	49100.00
04	58	17.19	2800.00	49100.00
04	59	17.09	2800.00	49100.00
04	60	16.99	2800.00	49100.00
04	61	16.89	2800.00	49100.00
04	62	16.79	2800.00	49100.00
04	63	16.69	2800.00	49100.00
04	64	16.59	2800.00	49100.00
04	65	16.49	2800.00	49100.00
04	66	16.39	2800.00	49100.00
04	67	16.29	2800.00	49100.00
04	68	16.19	2800.00	49100.00
04	69	16.09	2800.00	49100.00
04	70	16.00	2800.00	49100.00

RESULTATS DU CALCUL

Valeurs valables pour tous les cas de charge :

Hauteur d'encastrement equivalente De	0.49
Facteur de portance kp	0.88

=====
Cas de charge n° : 001 - Combinaison ELS-CARAC
=====

Charge verticale V,d	285.00
Charge horizontale H,d	5.00
Moment Mb,d	60.00
Moment Ml,d	0.00

PORTANCE ET RENVERSEMENT

Excentricité de la charge selon B	0.21
Excentricité de la charge selon L	0.00
Surface d'assise effective A'	5.20

Pression limite equiv. Ple	1495.93
Hauteur de calcul Hr	3.75

Coefficient réducteur idb	0.96
---------------------------	------

Contrainte initiale q0	25.20
Contrainte ultime nette qu	1260.67

Facteur de pondération global F	2.76
---------------------------------	------

Résultante de la contrainte



FoXta v3
v3.3.6

Imprimé le : 12/05/2026 - 11:04:25
Calcul réalisé par : LABORATOIRE CBTP
Projet : PR3
Module : Fondsup

intiale sous la fondation R0 157.50

Valeur de calcul de l'effort de
résistance nette du terrain Rv,d 2373.98

Portance : $V,d - R0 < Rv,d$ => OK!

Excentricité : Surface comprimée > 75% => OK!

Données

Titre du projet : Poitiers

Numéro d'affaire : DA 2026 0451

Commentaires : N/A

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,10

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 2,50

Cote du TN initial Zini (m) : 22,53

Cote du TN final Zfin (m) : 22,53

Cote de base fondation Zd (m) : 21,33

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Marnes, roches altérées

Type de comportement : Comportement frottant

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 18,0

Terrain et profil pressiométrique

No	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Couverture		22,18	500,00	4700,00	0,50
2	Calcaire		18,00	2800,00	49100,00	0,50

Cas de charge

N°	Qv,d	Qh,d	MB,d	ML,d	Combinaison
1	285,0	5,0	60,0	0,0	ELS-Caractéristiques

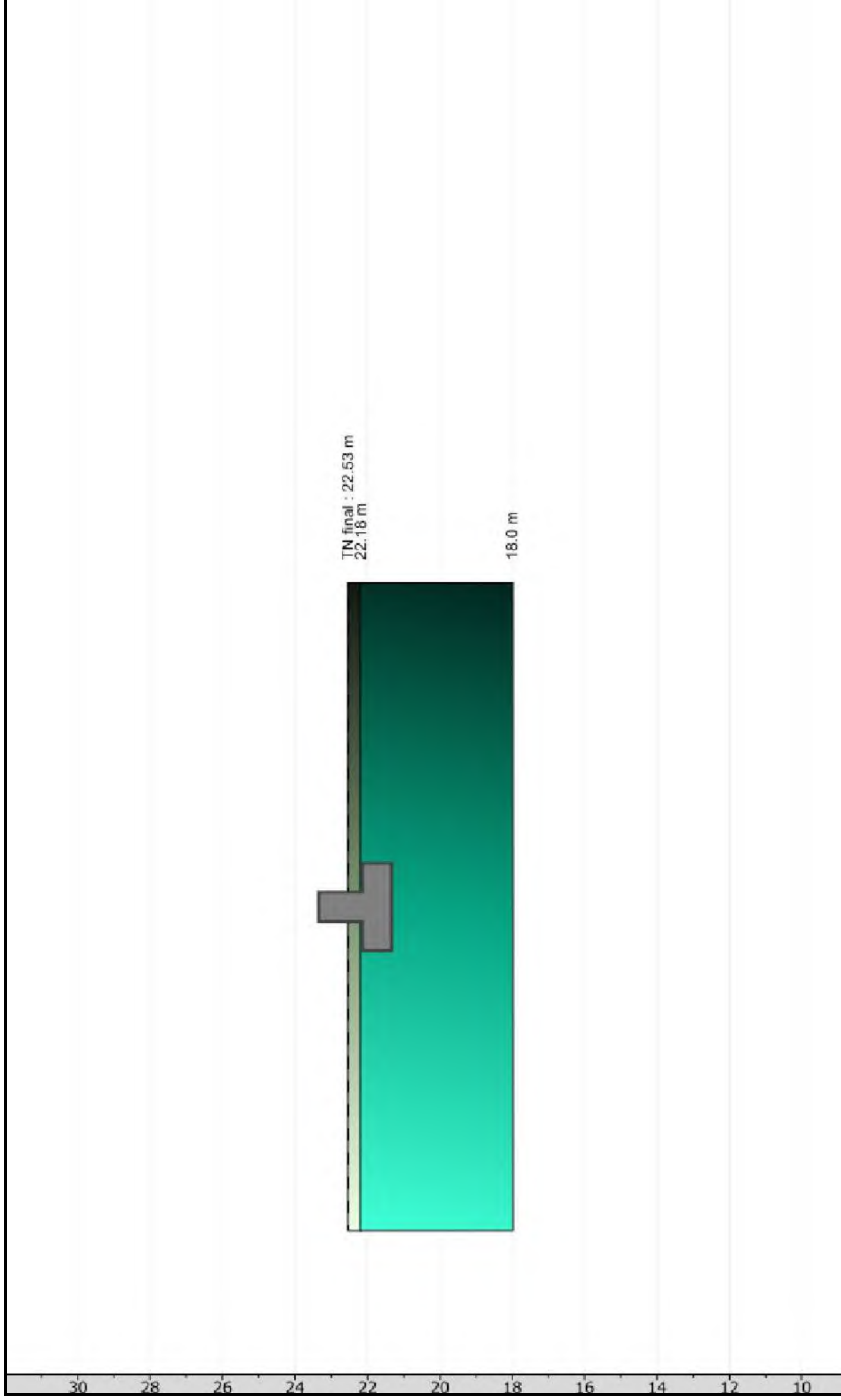


FoXta v3
v3.3.6

Imprimé le : 12/05/2026 - 11:05:01
Calcul réalisé par : LABORATOIRE CBTP

Projet : PR6
Module : Fondsup

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\TEMP\MAXIME~4\42\Terrasol\FoXta v3\359688\temp[FS].resu

Calcul réalisé le : 12/05/2026 à 11h04
par : LABORATOIRE CBTP

Paramètres de calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon la norme NF P 94 261 - EC7
- profils de pl* et EM définis par couche

Base de la fondation Zd 21.33

Toit du terrain initial Zini 22.53

Toit du terrain final Zfin 22.53

Fondation rectangulaire :

largeur B 2.50

longueur L 2.50

Caractéristiques du sol (données utilisateur)

Classe du sol de fondation : Marnes et Roches altérées
Type de comportement : parfaitement frottant

Poids volumique moyen du sol au dessus de Zd 18.00

Coefficient rheologique du sol de fondation 0.50

Couche	base	pl*	EM
01	22.18	500.00	4700.00
02	18.00	2800.00	49100.00

Discretisation des couches (Paramètres du calcul)

Pas du calcul 0.10

couche	point	cote	pl*	EM
01	1	22.53	500.00	4700.00
01	2	22.43	500.00	4700.00
01	3	22.33	500.00	4700.00
01	4	22.23	500.00	4700.00
01	5	22.18	500.00	4700.00
02	6	22.18	2800.00	49100.00
02	7	22.08	2800.00	49100.00
02	8	21.98	2800.00	49100.00
02	9	21.88	2800.00	49100.00
02	10	21.78	2800.00	49100.00
02	11	21.68	2800.00	49100.00
02	12	21.58	2800.00	49100.00
02	13	21.48	2800.00	49100.00
02	14	21.38	2800.00	49100.00
02	15	21.28	2800.00	49100.00
02	16	21.18	2800.00	49100.00
02	17	21.08	2800.00	49100.00
02	18	20.98	2800.00	49100.00
02	19	20.88	2800.00	49100.00
02	20	20.78	2800.00	49100.00
02	21	20.68	2800.00	49100.00
02	22	20.58	2800.00	49100.00
02	23	20.48	2800.00	49100.00
02	24	20.38	2800.00	49100.00
02	25	20.28	2800.00	49100.00
02	26	20.18	2800.00	49100.00
02	27	20.08	2800.00	49100.00
02	28	19.98	2800.00	49100.00
02	29	19.88	2800.00	49100.00
02	30	19.78	2800.00	49100.00
02	31	19.68	2800.00	49100.00

02	32	19.58	2800.00	49100.00
02	33	19.48	2800.00	49100.00
02	34	19.38	2800.00	49100.00
02	35	19.28	2800.00	49100.00
02	36	19.18	2800.00	49100.00
02	37	19.08	2800.00	49100.00
02	38	18.98	2800.00	49100.00
02	39	18.88	2800.00	49100.00
02	40	18.78	2800.00	49100.00
02	41	18.68	2800.00	49100.00
02	42	18.58	2800.00	49100.00
02	43	18.48	2800.00	49100.00
02	44	18.38	2800.00	49100.00
02	45	18.28	2800.00	49100.00
02	46	18.18	2800.00	49100.00
02	47	18.08	2800.00	49100.00
02	48	18.00	2800.00	49100.00

RESULTATS DU CALCUL

Valeurs valables pour tous les cas de charge :

Hauteur d'encastrement equivalente De	0.91
Facteur de portance kp	1.01

=====
Cas de charge n° : 001 - Combinaison ELS-CARAC
=====

Charge verticale V,d	285.00
Charge horizontale H,d	5.00
Moment Mb,d	60.00
Moment Ml,d	0.00

PORTANCE ET RENVERSEMENT

Excentricité de la charge selon B	0.21
Excentricité de la charge selon L	0.00
Surface d'assise effective A'	5.20

Pression limite équiv. Ple	2800.00
Hauteur de calcul Hr	3.75

Coefficient réducteur idb	0.96
---------------------------	------

Contrainte initiale q0	21.60
Contrainte ultime nette qu	2711.19

Facteur de pondération global F	2.76
---------------------------------	------

Résultante de la contrainte initiale sous la fondation R0	135.00
--	--------

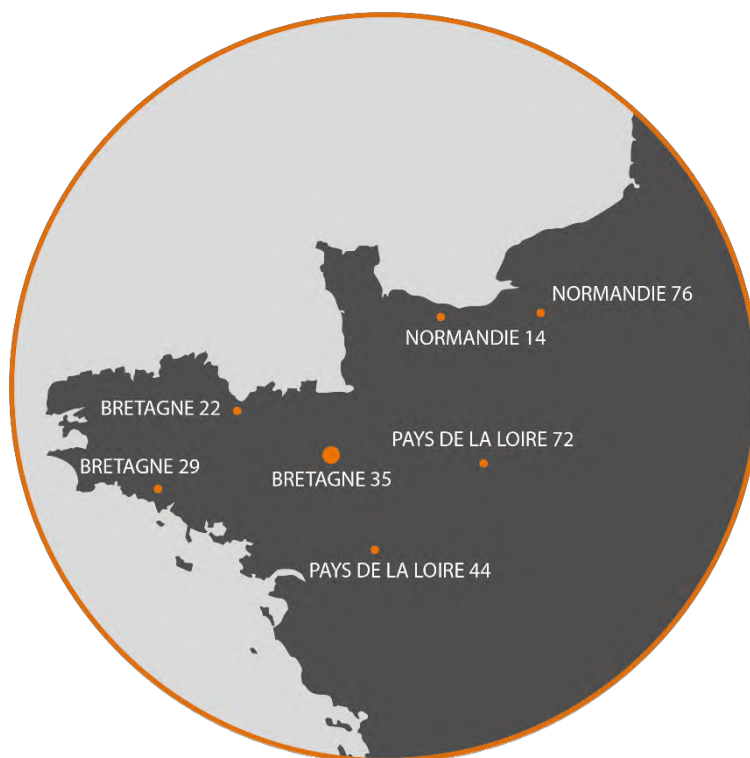
Valeur de calcul de l'effort de résistance nette du terrain Rv,d	5105.45
---	---------

Portance : V,d - R0 < Rv,d => OK!
Excentricité : Surface comprimée > 75% => OK!



FoXta v3
v3.3.6

Imprimé le : 12/05/2026 - 11:05:01
Calcul réalisé par : LABORATOIRE CBTP
Projet : PR6
Module : Fondsup



Laboratoire CBTP
 ZA Noyal Sud - ZA Richardière Sud
 3, rue Lépine - BP 33216
 35532 NOYAL-SUR-VILAINE

Tel : 02 99 41 65 94
www.lcbtp.com

Votre contact

Jérôme SIMON
 Responsable de secteur Mécanique des Sols
 et Fondations Spéciales
 Agence de Noyal-sur-Vilaine
jerome.simon@lcbtp.com